3 2044 106 359 938

MG
6
B
73.3
v

Library
Arnold Arboretum

of
Harvard University

Rebound February 1966

4303
36

VERGLEICHENDE UNTERSUCHUNG

ÜBER

DIE ORDNUNG DER SCHUPPEN AN DEN TANNENZAPFEN

ALS EINLEITUNG

ZUR UNTERSUCHUNG DER BLATTSTELLUNG

ÜBERHAUPT

VON

Dr. ALEXANDER BRAUN.
Mitgl. d. A. d. N.

(Mit 34 Steindrucktafeln.)

(Bei der Akademie eingegangen den 16. Jul. 1830.)

aus:
Nova acta physico-medica Academiae Caesareae Leopoldino-Carolinae Naturae Curiosorum — Tom XV. 1831

Erlangen, etc.
1831.

Die Aufgabe, welche ich mir in diesen Blättern gestellt habe, ist nicht eine Entwickelung der Gesetze der Blattstellung im Zusammenhange der Wissenschaft — ein solches Werk zu vollenden bleibt dem vorbehalten, der dazu bereits vor den versammelten Naturforschern in Heidelberg die Grundlinien gezogen hat, Hrn. Dr. Carl Schimper, dessen freundschaftlicher Führung auch ich die Richtung meiner Bestrebungen verdanke, — sondern vielmehr eine schrittweise Einführung in dieses bisher noch von Wenigen betretene Gebiet der botanischen Forschung. Durch eine Zusammenstellung von Beobachtungen zu zeigen, wie und was in diesem grossen, wenig bebauten Felde noch zu arbeiten, zu entdecken ist; nur von Ferne darauf hinzudeuten, wie tief diese Untersuchungen führen, kann allein meine Absicht seyn. Sollte es mir durch diesen Versuch, den ich schüchtern der Akademie vorlege, da ich nur zu wohl seine vielseitigen Mängel kenne, gelingen, die Bestrebungen der Pflanzenforscher allgemeiner diesem Gegenstande zuzuwenden, und dadurch etwas beizutragen zur Uebung eines Theiles unserer Wissenschaft, der in der Folge vielleicht zu einem der wichtigsten nicht nur für die allgemeine Lebensgeschichte der Pflanze, sondern auch für die specielle und systematisirende Botanik heranwächst, so werde ich reichlich belohnt sein für alle Mühe und Zeit, welche ich diesen Untersuchungen opferte.

Die Gründe, welche mich veranlassten, gerade die Betrachtung der Zapfenbäume, und insbesondere die der Zapfen selbst, einer Untersuchung über die Blattstellung der Pflanzen

bei der Weisstanne und den Lerchen dagegen grösser und deutlich zu sehen sind. Gehen wir aber zurück in die Zeit der Blüte, so erscheinen uns jene unterstützenden Schuppen als die grösseren, weil sie die früher ausgebildeten sind, und wir erkennen in ihnen die Mutterblätter (Bracteen) der zuerst betrachteten und zur Zeit der Samenreife oft allein noch zu findenden Schuppen. Diese aus den Achseln jener hervorsprossenden, später sich entwickelnden und die nicht weiter fortschreitenden Bracteen überwachsenden Schuppen gehören eben so vielen weiblichen Blüten an, oder es ist vielmehr jede von ihnen selbst eine ganze weibliche Blüte, bestehend in einem einzigen, nicht, wie sonst im Pflanzenreiche gewöhnlich ist, in sich geschlossenen oder doch in Verbindung mit andern eine geschlossene Höhle bildenden, sondern offen und frei dastehenden und deshalb nackte Eyer tragenden Pistillarblatt. Ob wir nun gleich an dem reifen Zapfen unsere Bestimmung von der Stellung dieser Fruchtschuppen entnehmen, und so eigentlich Blätter eben so vieler verschiedener Achsen vermischen, so fehlen wir doch nur scheinbar, denn die Stellung jener Fruchtschuppen soll uns ja stets nur die Stellung der Deckschuppen, um die es eigentlich zu thun ist, anzeigen. Um aber den Weg zu finden, der uns zur Kenntniss der Art und Weise der Anordnung der Schuppen und des ihr zu Grunde liegenden Gesetzes führe, befragen wir die Lehren unserer Wissenschaft, wie man bei der Bestimmung der Blattstellung zu verfahren, und was dabei, als das Wichtigste, vorzüglich zu beobachten sei. Wir finden aber bei den Schriftstellern mehrfache Weisen der Bestimmung und Beschreibung der Blattstellungen. Diese sind:

1) Die Bestimmung nach Zeilen, so dass diese gezählt werden, wornach alsdann die Blätter als *disticha, tristicha* u. s. w. oder, wenn sie sich dabei dachziegelartig

decken, als „*bifariam- trifariam- multifariam imbricata*" angegeben werden.

2) Nach Spiralen, und zwar theils nach der Zahl derselben, ob die Blätter in Eine Spirale gestellt sind („*disposées en spirale simple*") oder in 3, 5, 8 und mehrere („*spirales triples, quintuples, octuples*" oder überhaupt „*spirales multiples*"); theils nach der Anzahl der Blätter, von denen die Spirale gebildet ist, z. B. „*spirale formée de cinq feuilles*" — „*composée de cinq à vingt feuilles*" u. s. f, wodurch eigentlich nur das bezeichnet werden soll, nach wievielen in eine Spirale gestellten Blättern dadurch, dass ein Blatt senkrecht über dem ersten steht, die Stellung gleichsam wieder von Neuem anfängt. *)

Bei weitem die gewöhnlichste Unterscheidung bei Bestimmung der Blattstellung ist jedoch die in *folia opposita, alterna* und *verticillata*. Allgemein scheint in der Sprache unserer bisherigen Pflanzenbeschreibungen eine gegensätzliche Unterscheidung zwischen *foliis alternis* und *oppositis* gemacht, die *folia verticillata* aber als eine dritte, von beiden verschiedene Art der Blattstellung, betrachtet zu werden. Dagegen ist, was die 2 ersten Ausdrücke betrifft, zu bemerken, dass die Begriffe des Abwechselns und Entgegenstehens sich keineswegs ausschliessen, denn *a*) es können nicht nur *folia alterna* nach der Linneischen Festsetzung des Begriffs („*quorum unum post alterum tanquam per gradus exit*" **), also offenbar nichts anders als in verschiedene Höhen auseinandergerückte oder durch Interfolien ***) getrennte Blätter) ihrer

*) *De Cand. Organogr.* Tom. I. p. 328. u. 329.

**) *Lin. Phil. bot.* p. 48.

***) Vergl. Geigers Mag. für Pharm. Januar 1830. p. 2.

Lage nach mit Recht zugleich *opposita* genannt werden, wenn sie so gestellt sind, dass jedes folgende auf der dem vorhergehenden entgegengesetzten Seite des Stengels seine Stelle hat; sondern es müssen sogar *folia alterna*, um diess zu sein, zugleich *opposita* sein, wenn wir in der Bedeutung dieses Ausdrucks DeCandolle folgen, der ihn auf die in ungleicher Höhe nach zwei entgegengesetzten Richtungen gestellten Blätter beschränkt, durch welche Beschränkung er allerdings für einzeln gestellte Blätter den wahren Begriff der Abwechselung bestimmter gefasst zu haben scheint. *b*) Man kann auch bei *foliis oppositis* in der Bedeutung, die die botanische Terminologie diesem Ausdruck gibt, also bei auf gleicher Höhe sich gegenüberliegenden Blättern, wenn die zwei folgenden sich mit den zwei vorhergehenden kreuzen, mit demselben Rechte behaupten, dass die Blätter des obern Paars mit denen des untern abwechseln, als man z. B. von den *Staminibus* sagt, dass sie *petalis alterna* seien, wenn sie in ihrer Richtung denselben möglichst ausweichen, und also nicht über die Blumenblätter, sondern zwischen sie fallen, nicht *petalis superposita* (wofür man ganz im Widerspruch mit dem sonstigen Gebrauch des Worts auch *opposita* zu sagen pflegt) sondern *petalis interposita* sind. Aber nicht nur können auf diese Weise Paare alternirend genannt werden, sondern die *folia opposita* können ja unter sich selbst, nämlich die zwei gegenständigen Blätter in ihrer gegenseitigen Lage betrachtet, nicht anders als zugleich alternirend gedacht werden, indem ja jedes dem andern in seiner Lage möglichst ausweicht, so dass also der Begriff der Opposition nothwendig den der Alternation in sich schliesst. — Die Verwirrung liegt also offenbar darin, dass man bei diesen Bezeichnungen zwei Momente nicht gehörig geschieden hat: das Verhältniss der Höhe — ob mehrere Blätter in derselben Höhe stehen oder nur Eines — und das Verhältniss der

Breite oder der relativen Richtung der Blätter nach bestimmten Seiten des Stengels. Demnach erhalten wir zu den zwei vorausgehenden Arten der Betrachtung der Blattstellung nach Zeilen und Spiralen noch zwei wichtige Momente für die Bestimmung der Blattstellung. Diese sind:

3) Die Bestimmung nach der Einzelstellung oder Zusammenstellung der Blätter.

Wenn man den kurzen Abschnitt über *dispositio foliorum* in Linnés *Phil. bot.* überliest, so sieht man deutlich, dass allen seinen Bestimmungen über Blattstellung eine Hauptunterscheidung zu Grunde liegt, die nämlich, ob mehrere Blätter auf gleicher Höhe stehen, oder ob jedes folgende, getrennt von dem vorausgehenden, seine besondere Höhe einnimmt, eine Unterscheidung, welche auch DeCandolle*) als die erste und wichtigste bei der Betrachtung der Blattstellung aufführt. Unter dem ersten Fall begreift Linné offenbar auch seine *folia opposita*, wie man aus seiner Definition der *folia stellata*, (*„cum folia plura quam duo verticillatim caulem ambiunt)* ersieht, durch die er offenbar die *opposita*, weil zwei nie einen Stern bilden können, von den *stellatis* zwar ausscheidet, dem *verticillatim caulem ambientibus* aber unterordnet, ebenso wie auch DeCandolle die *folia opposita* als den einfachsten Fall wirtelständiger Blätter betrachtet. Nur der Ausdruck *folia opposita* ist dem Begriff des zweigliederigen Wirtels nicht angemessen, man kann sie nur *folia in verticillo bina* nennen, wie man auch die übrigen wirtelständigen Blätter nach ihrer Anzahl in *terna, quaterna etc.* unterscheidet. Dass die zwei Wirtelblätter *opposita* sind, ist eine weitere Bestimmung, die in den meisten Fällen dazu kommt, jedoch nicht nothwendig und nicht immer, wie man bei den oberen Blatt-

*) *Organogr.* Tom. I. p. 325.

paaren von Silphium, welche auf der einen Seite einen grössern Winkel bilden als auf der andern, bei *Alsine media*, deren Blätter auf der Seite des Haarstreifs etwas convergieren und in anderen unbekannteren Fällen sehen kann. — Der zweite Fall ist bei Linne in der schon oben angeführten Definition der *folia alterna* deutlich genug als der der einzeln gestellten Blätter bezeichnet, indem er sagt, dass Schritt für Schritt ein Blatt nach dem andern komme; nur der *terminus* entspricht nicht dem Begriff, da sich das Abwechseln doch blos auf die Richtung der Blätter beziehen kann, von welcher der Begriff der einzelngestellten Blätter ganz unabhängig ist. Wir haben also, wenn wir mit Beibehaltung der Begriffe nur die verwirrenden Bezeichnungen weglassen, zwei hauptsächliche Arten der Blattstellung zu unterscheiden: *a)* Einzeln gestellte Blätter, *folia solitaria.* Man hat sie auch *folia sparsa* genannt, eine Benennung, die deswegen zu vermeiden ist, weil mit ihr der Nebenbegriff einer unordentlichen Zerstreuung verknüpft ist, während wir gerade Ordnung zu finden hoffen, und weil dieser Ausdruck vorgreifend einer Hypothese zu huldigen scheint, welche die einzeln gestellten Blätter aus der Zerstreuung der Wirtelblätter ableitet, man darf sie aber auch nicht, wie DeCandolle, allgemein *„feuilles en spirale"* nennen, weil es *α.*) nicht nothwendig ist, dass sie in einer Spirale stehen, sondern nur der häufigere Fall; weil *β.*) die quirlständigen Blätter gleichfalls Spiralen bilden können, wofür er selbst *Globulea obvallata* als Beispiel anführt, und *γ)* weil die den Quirl bildenden Blätter selbst, wie wir später finden werden, eine nur sehr niedergehaltene Spiralstellung nachweisen lassen. *b)* In Wirteln beisammen stehende Blätter, *folia verticillatim posita.* Man könnte sie gesellige heissen, im Gegensatz der einzeln gestellten, weil ihrer stets mehrere, zu mehrgliederigen Ganzen verbunden, zusammenhalten.

Nun ist noch das letzte übrig, was bei der Bestimmung der Blattstellung zu berücksichtigen ist:

4) Die Richtung, welche die Blätter, in einer Ebene gedacht, gegen einander behaupten.

Erst hierher gehört die *oppositio* und das Alternieren, welches aber auch fast die einzigen Bestimmungen sind, welche die bisherige Terminologie für Verhältnisse dieser Art aufzuweisen hat. Wenn man aus diesem Mangel an Bestimmungen einen Schluss ziehen darf, so muss die Betrachtung der Blattstellung von dieser Seite entweder noch ganz vernachlässigt sein, oder mit Absicht übersehen, weil man keine festen Verhältnisse zu finden dachte, woher es dann auch kommen mag, dass man mit der Bezeichnung: *folia sparsa*, womit man aber die Regellosigkeit der Stellung (*cum in planta sine ordine copiosissima* *) anzeigen wollte, bei Pflanzenbeschreibungen bisher bei weitem am freigebigsten war.

Um nun wieder unserer Zapfen zu gedenken, so erinnern wir uns der nicht zu leugnenden Ordnung in der Stellung ihrer Schuppen, und wollen nun versuchen, auf welche der angegebenen Weisen uns die Bestimmung dieser Ordnung gelingt, wie wir uns von ihr Rechenschaft geben, wie dieselbe aussprechen können. Wir wählen zum Anfang unserer Untersuchung den Zapfen der Weisstanne (Tab. XVIII. Fig. 2. und T. XIX. F. 1.) oder den der Rothtanne (T. XIX. F. 2. 3. 4.), welche dieselbe Anordnung der Schuppen zeigen. Die erste und wichtigste Frage wird uns die sein, ob die Blätter einzeln oder in Wirtel zusammengestellt sind. Um hierüber zu entscheiden, betrachtet man am besten querdurchbrochene Zapfen. Tab. XIX. Fig. 4. gibt die Ansicht eines Bruchstücks vom Zapfen der Rothtanne. Wir sehen daran von unten

*) Linn. phil. bot. l. c.

drei Schuppen fast auf gleicher Höhe stehen, von denen zwei unter sich einen kleineren Winkel bilden, als mit der dritten. Diese Ungleichheit der Abstände sowohl, als auch die Bemerkung, dass von den zwei den kleineren Winkel einschliessenden Schuppen die eine offenbar etwas tiefer liegt als die andere (und bei der Weisstanne sogar theilweise bedeckt wird), machen die Annahme eines dreigliederigen Wirtels unwahrscheinlich, und der Umstand, dass so oft man auch von diesen zwei Schuppen diejenige, welche die oberflächlichste Lage hat, weghebt, doch immer wieder dieselbe Figur (ein gleichschenkliges, spitzwinkliges Dreieck, wenn man die Spizzen der drei oberflächlichsten Schuppen durch gerade Linien verbindet) entblösst wird, bestätigen unsere Vermuthung, dass wir an diesen Zapfen einzeln gestellte, aber bei der kaum bemerkbaren Höhe der Interfolien sehr dicht beisammengehaltene Blätter vor uns haben. Könnten wir nun die gegenseitige Richtung der Blätter oder die Winkel, welche sie auf einer Ebene miteinander bilden, ausmitteln, so wäre unsere Bestimmung vielleicht vollendet; allein da es uns hierzu an aller Anleitung fehlt, so wenden wir uns zu einer andern Betrachtung und sehen, ob wir vielleicht eine Spiralstellung der Schuppen entdecken, und aus dieser alsdann rückwärts schliessend, auch die gegenseitige Richtung der aufeinanderfolgenden Schuppen auffinden können. Das erste, was wir gewahren bei der Betrachtung der Oberfläche der ganzen Zapfen ist, dass die Schuppen in schiefe Reihen geordnet sind, welche, wie man sieht, wenn man ihnen nachgeht, allerdings Schraubenlinien um den Zapfen beschreiben. Haben wir nun diese spiraligverlaufenden Schuppenreihen einmal festgehalten, und so einen bestimmten Anfang gefunden, von dem wir ausgehen, so müssen wir überlegen, in welcher Beziehung wir dieselben vorzüglich zu untersuchen haben, um

der Bestimmung der Blattstellung näher zu kommen. Man könnte aber an den gefundenen schiefen Reihen betrachten:

1) den Grad ihrer Steilheit, d. h. ihre Richtung gegen eine horizontale Ebne, auf die man den Zapfen senkrecht stellte, also ihre *Elevation* oder *Inclination;*
2) ihre Wendung, nach welcher Seite sie sich wenden, oder in welcher Richtung sie sich um den Zapfen winden, ob von der Linken zur Rechten, oder von der Rechten zur Linken;
3) mit wieviel Schuppen sie gewisse Räume zurücklegen, und nach wievielen sie dasselbe wiederholen; ich will dies ihre innere Anordnung, ihre Gliederung oder *Composition* nennen;
4) ihre Zahl, wie viele ihrer sind, die den Zapfen umwinden, also ihr Zusammensein, ihre gemeinsame Anordnung am Zapfen. Ich will dies die *Coordination,* das Reihen, nennen.

Von diesen vier Rücksichten entfernen wir nun sogleich, als die unwichtigste, die Betrachtung der Steilheit der Reihen, denn es ist offenbar, dass, wäre der Zapfen dehnbar, so dass wir ihn in verschiedene Längen auseinander ziehen könnten, dadurch die Inclinations- oder Elevationswinkel der Reihen verändert würden, obgleich die Blattstellung dieselbe bliebe. Was wir an den starren Zapfen nicht ausführen können, das geschieht wirklich zur Zeit des lebendigen Wachsthums durch Streckung der Achsen, Verlängerung der Interfolien. Die absolute Inclination ist uns also von keiner Bedeutung, wohl aber vielleicht in der Folge die relative, d. h. die Vergleichung der Steilheit verschiedener Reihen bei gleicher Achsendehnung.

Als gleichfalls unwesentlich erscheint uns die Wendung der Reihen, denn es bringt keine wesentliche Veränderung in

die Natur einer Schraube, ob sie rechts oder links gedreht ist. So kann auch jede Blattstellung, ohne eine andere zu werden, in beiderlei Richtungen gewunden gedacht werden. Wichtig ist uns allein die Frage, ob die Wendung der Blattstellung eine durchgängige Gleichheit zeigt bei derselben Species, oder wenn dies nicht, ob an demselben Stock, oder, wenn auch dies nicht der Fall wäre, ob wenigstens an derselben Achse, und von welchen innern Gesetzen und äussern veranlassenden Momenten sie bedingt wird. Hierauf werden wir später zurückkommen, und die Wendung einstweilen als gleichgültig betrachten. Nur eine Bemerkung ist hier nothwendig einzuschalten, die Satzungen der Terminologie über den Begriff von rechts und links bei gewundenen Gegenständen betreffend. Eine Vorbemerkung hierüber ist nicht zu umgehen, denn es ist Pflicht einer Verwirrung vorzubergen, welche nothwendig entstehen müsste durch Vertauschung des besonderen Sprachgebrauchs der botanischen Terminologie mit dem allgemeinen, in der Natur der Sache gegründeten, wenn man sich darüber zu erklären unterliesse.

Die Bestimmung von Rechts und Links setzt zwei andere, die von Oben und Unten und von Vorn und Hinten voraus. Durch Oben und Unten wird weder Vorn und Hinten, noch Rechts und Links fixirt, wohl aber bei gegebenem Oben und Unten, Rechts und Links durch Vorn und Hinten, wie Ost und West durch Nord und Süd. Durch Vertauschung von Vorn und Hinten sowohl, als durch Vertauschung von Oben und Unten wechseln auch Rechts und Links ihre Stelle; vertauscht man aber beide genannten Beziehungen, so bleiben Rechts und Links unverändert an ihrer Stelle. Rechts und Links kann an jedem selbstständigen Gegenstand nur nach ihm selbst, nach seinem eigenen Oben und Unten, Hinten und Vorn bestimmt werden. Eine Kreis-

linie kann man in zwei entgegengesetzten Richtungen beschreiben: entweder man weicht von der Richtung der Tangente (die man durch den Ansetzpunkt des Zirkels gezogen denkt, und deren Vorn und Hinten durch das Vorschreiten der Bewegung gegeben wird) zur Rechten ab, oder zur Linken. Es wird demnach die Kreisbewegung entweder eine rechts oder eine links herumgehende genannt werden. Dasselbe gilt nun von Spiralbewegungen jeder Art, welche in ihrem horizontalen Vorschreiten (durch gleichzeitiges Auf- oder Absteigen darf man sich nur nicht irre machen lassen) entweder rechts oder links von der Tangente abwendend, rechts oder links gewunden sein werden. Bei einem ebenen Gewinde verändert sich die Bestimmung von Rechts und Links, je nachdem man die Linie vom Centrum ausgehend, oder sich ihm nähernd betrachtet; bei einem cylindrischen Gewinde (einer eigentlichen Schraubenlinie) je nachdem man der Windung von unten nach oben oder umgekehrt folgt; bei einem kegelförmigen oder trichterförmigen Gewinde sind beide Vertauschungen möglich. Welchen Gang man jedesmal einzuschlagen habe, hängt stets von der Entstehung des Gewindes ab. Bei Naturgegenständen muss die Natur selbst, nicht irgend eine willkührliche Annahme oder Uebereinkunft, den Weg vorschreiben, denn wir wollen Bestimmungen in der Natur finden, nicht auf sie übertragen. Bei der Pflanze muss die Windung in der Richtung ihres Wachsthums verfolgt werden, also, dass man vom unteren Theile des Stengels gegen seine Spitze hin fortschreitet; bei kegelförmig zusammengewundenen Schnecken dagegen, muss man die Windung des Gehäuses, dessen Wachsthum an der Mündung sich fortsetzt, stets vom Scheitel ausgehend beurtheilen. Lässt man sich auf diese Weise stets vom Gange der Natur selbst leiten, so ist dies das sicherste Mittel, der in diesen Bestimmungen unter den Naturforschern herrschenden Verwirrung zu steuern.

So wird in Linne's *Phil. bot.* der Hopfen als Beispiel einer linkswindenden Pflanze, *Convolvulus* und *Phaseolus* aber als rechtswindend angegeben. Diese Angaben wiederholen sich in den botanischen Handbüchern bis auf die neuesten *); in De Candolle's *Organogr.* (I. p. 156.) dagegen wird umgekehrt *Humulus* als rechts-, *Phaseolus* als linkswindend angegeben mit der sehr richtigen Bemerkung, dass man sich, um die Richtung des Windens zu bestimmen, in die Achse der Spirale denken müsse, oder den windenden Stengel so betrachten, als ob er sich um den Leib des Beobachters schlänge. So verhält es sich nun allerdings, und der Irrthum der gewöhnlichen Bestimmungsweise liegt nur darin, dass man sich der Pflanze bei Beurtheilung ihrer Windung gegenübergestellt hat, anstatt sich an ihre Stelle oder in sie hinein zu denken Dass dabei die Verhältnisse von Rechts und Links gerade verkehrt aufgefasst werden mussten, ist die natürliche Folge aus der Verkehrung von Hinten und Vorn, wie man ja auch an einem Menschen, dem man sich gegenüberstellte und ihn nach sich beurtheilen wollte, Links und Rechts verwechseln würde. Die Angaben der Zoologen, hinsichtlich der Windung der Conchylien, sind bloss desshalb richtig, weil sie durch eine zweite Verkehrung die erste aufheben; sie stellen sich nämlich nicht nur dem Gehäuse gegenüber, sondern sie beurtheilen auch, ganz gegen den Gang der Natur, die Windung von der Mündung zum Scheitel aufsteigend, und kommen so durch eine doppelte Negation zur Wahrheit.

Linne zeigt durch eine Anmerkung über die Bestimmung von Rechts und Links bei gedrehten Blumen, dass er diese Verwechslung selbst einsieht, indem er sagt: «*sinistrorsum hoc est, quod respicit dextram, si ponas te ipsum, in centro*

*) Bischoff, Handbuch der bot. Terminologie etc. Nürnb. 1830. p. 166.

constitutum, meridiem adspicere; dextrorsum itaque contrarium." Das „*meridiem adspicere*" ist dabei völlig gleichgültig; das Uebrige aber, indem es aussagt, links sei das, was sich rechts wende, wenn man sich an seine Stelle (in sein Centrum) denke, bezeichnet hinlänglich die Verkehrtheit dieser Terminologie *). Mit der Bestimmung von Rechts und Links bei gedrehten Blumen, auf welche Linne's Anmerkung sich zunächst bezieht, hat es jedoch noch eine besondere Bewandtniss: bei dieser widerfährt dem grossen Mann dasselbe, was den Zoologen bei der Bestimmung der Windung der Conchylien begegnet, nämlich das, dass seine Angaben über gedrehte Blumen (wenigstens grössten Theils **)) richtig sind, weil er Rechts und Links zum zweiten mal verwechselt, indem er die schiefe Richtung der Blumenblätter von innen nach aussen beurtheilt an statt von aussen nach innen, wie sie allein, als Product der Drehung, betrachtet werden darf ***).

---

*) In den neueren Ausgaben der *Philosophia botanica* ist durch Umänderung der angeführten Stelle in: »*sinistrorsum hoc est, quod respicit sinistram etc.*« der Widerspruch in den Worten zwar gehoben, die ganze Anmerkung aber des ursprünglichen Sinnes beraubt und in einen *Pleonasmus* verwandelt worden: denn dass links links seie, bedurfte keiner besonderen Auseinandersetzung; und dass der Sinn der Linneischen Anmerkung auch nicht eine blosse Erinnerung ist, dass man sich um das Rechts und Links eines Gegenstandes richtig zu beurtheilen, in sein Centrum versetzen müsse, beweisst die gerade nur aus der Nichtbeobachtung dieser Vorsicht entstandene Verwechslung von Rechts und Links, die bei den Beispielen des Abschnitts über *Intorsio* durchgehends obwaltet.

**) Die Blumen von *Vinca* und *Rauwolfia* sind allerdings, so wie Linne angibt, links gedreht; dass er aber auch *Asclepias*, *Periploca* und *Nerium* mit diesen zusammenstellt, ist ein Irrthum; diese haben vielmehr die umgekehrte Richtung, und gehören somit zu *Trientalis* und *Gentiana*, welche Linne ganz richtig als Beispiele rechts gedrehter Blumen anführt.

***) Wenn man immer die Drehung des einzelnen Blumenblatts im Auge behält und sich nicht durch irgend einen entstehenden Totaleffect irre leiten lässt, wird man bei Bestimmung gedrehter Blumen stets sicher gehen. Am leichtesten lässt man sich bei der völlig gamosepalischen Blume von *Convolvulus* verführen, indem bei dieser durch die Drehung des Petalums mit dem einen Rand nach innen immer auch der angrenzende Rand des benachbarten Petalums, der für sich nach aussen strebt, mit hereingezogen wird,

Nachdem wir nun die Betrachtung der Steilheit und Wendung der Reihen vorerst beseitigt, nehmen wir Taf. XIX. vor uns, um die Anzahl der gleich Anfangs bemerkten schieflaufenden Reihen zu bestimmen. An Fig. 1., dem Zapfen der Weisstanne, sehen wir zuerst von der Linken zur Rechten um den Zapfen sich schlingende Reihen; ich meine alle die mit den Zahlen 1, 6, 11, 16 parallel aufsteigenden. Gehen wir horizontal um den Zapfen herum, so finden wir, dass es 5 solcher Reihen sind, welche parallel den Zapfen umziehen. Es muss also die mit den Zahlen 46, 51, 56, 61 bezeichnete Reihe mit der früher angegebenen über 1, 6, 11, 15 gehenden dieselbe sein, nur von der andern Seite wieder hervorkommend und so die 4 andern ihr parallelen Reihen zwischen sich einschliessend. Dieselbe Reihe kommt uns zum drittenmal zum Vorschein mit den Zahlen 96, 101, 106, 111 116. An Fig. 3., dem Zapfen der Rothtanne, gewahren wir als sehr in die Augen fallende, links um den Zapfen gewundene Reihen alle die mit der Zahlenreihe 1, 9, 17, 25, 33 gleichlaufenden. Zählen wir diese, so finden wir ihrer 8, und es muss also die 9te von der ersten aufwärts gezählt, diese wieder selbst sein, nach einmaliger Umwindung des Zapfens wieder auf die vordere Seite kommend.

Sollen wir nun sagen: beim Zapfen der Weisstanne sind die Schuppen in fünf Schraubenlinien gestellt, welche unter sich parallel die Achse des Zapfens umwinden; bei dem Zapfen der Rothtanne aber sind es 8 solcher? Und wenn wir dies allerdings als wahrhaftiges Resultat der Beobachtung aussprechen dürfen, wie können wir uns den Anfang, die

---

wodurch eine Faltung der Blume und eine Niederlegung dieser Falten in der der Drehung der Blumenblätter entgegengesetzten Richtung entsteht, welche man bei oberflächlicher Betrachtung für die eigentliche Drehung der Blume zu halten versucht sein kann.

Entstehung der 5 und der 8 Spiralen im einen und im andern Fall denken? Wenn wir uns an die Beschaffenheit mehrgängiger Schrauben erinnern, und unsere Zapfen mit solchen vergleichen, so müssen wir annehmen, dass bei dem einen fünf, bei dem andern acht Blätter auf Einer Ebene stünden, oder einen Wirtel bildeten, die Blätter des nächstfolgenden ebensovielgliederigen Wirtels aber in ihrer Richtung von den darunterstehenden jedesmal etwas nach der Seite abwichen, so dass dadurch eben so viele schiefe Blattreihen eingeleitet würden, als die Wirtel Glieder zählten. Wie könnte man sich sonst wohl anders die Entstehung vieler parallelen Spirale, welche nicht weiter zurückführbar wären, denken? Dass es sich nun so nicht verhalte, zeigt uns sogleich ein wiederholter Blick auf Fig. 4.; auch führt uns die Bemerkung, die sich uns vielleicht schon früher verwirrend aufdrängte, dass man nicht nur die eben betrachteten, sondern auch noch andere Reihen in der Anordnung der Schuppen wahrnimmt, sogleich weiter, und bringt uns zur Ueberzeugung, dass jene Reihen uns nicht die wahre Natur der Blattstellung anzeigen, sondern uns vielmehr in Schein und Irthum gefangen halten, so lange wir bei ihnen stehen bleiben; dass sie als Geheimniss die wahren Blattstellungsverhältnisse zwar enthalten müssen, uns aber, die wir dem ersten Anblick folgen, betrügerisch und verführerisch umherleiten. Lassen wir aber nur nicht ab von ihnen; endlich werden sie uns doch die verborgene Wahrheit enthüllen müssen.

Betrachten wir jetzt zum zweitenmal Fig. 1., und fassen die steiler ansteigenden Schuppenreihen ins Auge, die mit den vorher betrachteten sich kreuzen. Eine ist mit den Zahlen 1, 9, 17, 25, . . bezeichnet; mit ihr laufen 7 andere parallel, also dass ihrer 8 sind. An Fig. 3. dagegen wenden wir unsere Aufmerksamkeit auf die weniger steilen, deren wir 5 zählen

werden. Sie gehen parallel mit der durch die Zahlen 1, 6, 11 bezeichneten, welche in der ganzen Länge des Zapfens noch viermal zum Vorschein kommt, und sich uns jedesmal dadurch kenntlich macht, dass die sie bezeichnenden Zahlen in der Einer-Stelle einen regelmässigen Wechsel von 1 und 6 zeigen. Betrachten wir nun, was wir gefunden, so sehen wir deutlich den Betrug, in dem wir vorher befangen waren, und der vermeintliche Unterschied zwischen dem Zapfen der Weisstanne und der Rothtanne ist verschwunden; denn an beiden haben wir jetzt flachere Schuppenreihen, deren 5, und steilere, diese durchschneidende, deren 8 gleichlaufend den Zapfen umwinden. Durch diese scheinbare Doppelheit der Blattstellung sind wir in einen grossen Zwiespalt gerathen, und müssen nothwendig etwas Weiteres suchen, worin dieser Widerspruch sich löse. Wir sehen aber in dieser Verlegenheit, dass es zur Bestimmung der Blattstellung nicht genügt, die Anzahl der Spiralen anzugeben, in welche die Blätter gereiht seien, (denn wie viele sollten wir in unserem Fall angeben?) und müssen anerkennen, dass solche *spirales multiples* nicht als das Wesentliche, sondern als eine blosse Folge der Blattstellung anzusehen sind, deren Grund wir noch nicht kennen. Setzen wir nun für die zweierlei bis jetzt gefundenen Reihen bestimmte Namen fest, indem wir die einen die fünfzähligen nennen, weil ihrer fünf sind, die andern aus dem ähnlichen Grunde die achtzähligen, und lassen sie alsdann beide einen Augenblick ruhen, um uns nach jenem Weiteren, von dem wir die Lösung des Widerspruchs erwarten, umzusehen.

Wenn wir nochmals mit geschärfter Aufmerksamkeit Fig. 1. und 2. betrachten, so kann uns nicht entgehen, dass wir die vorhandenen Reihen noch nicht erschöpft haben, dass sich noch mehrere, theils steilere, theils flachere, wer-

den nachweisen lassen, welche nur weniger in die Augen fallen, als die fünf- und achtzähligen, weil in ihnen die Schuppen etwas weiter auseinander gerückt sind. Allen diesen müssen wir sorgsam nachspüren, ob wir nicht unter ihnen irgendwo die entdecken, welche der wahre Grund aller sein muss. Die fünfzähligen Reihen können uns deshalb die wahre Aufeinanderfolge der Schuppen nicht anzeigen, weil jede von ihnen nur 1/5 aller Schuppen begreift; noch weniger können es die steileren achtzähligen. Wenn wir nun noch steilere Reihen aufsuchen, so entfernen wir uns noch weiter von dem wahren Grunde der Blattstellung. Dennoch wollen wir diesen Weg einschlagen, um zu sehen, wohin er uns führt, und um alsdann desto reicher an Erfahrung zurückzukehren. Eine neue steilere Reihe finden wir an Fig. 1., wenn wir die Schuppen in der Aufeinanderfolge der Zahlen 1, 14, 27, 40, 53, . . . in Gedanken verbinden; dieselbe Reihe mit denselben Zahlen bezeichnet sehen wir noch viel deutlicher an Fig. 3. Es sind solcher, wenn man alle gleichlaufenden zusammenzählt, 13; wir nennen sie darnach die dreizehnzähligen Reihen. Ueber dieses hinaus stossen wir nun auf eine Reihe, welche gerade ist, und unserem Fortschreiten in dieser Richtung ein Ziel setzt. Die Anzahl der senkrechten Schuppenreihen ist schon mühsamer zu zählen, als die der vorhergehenden gewundenen; doch lernt man diess und noch Mühsameres bei einiger Uebung bald. Die gerade Reihe ist an Fig. 1. und 3. kenntlich durch die Zahlenreihe 1, 22, 43, 64, . . . und an Fig. 3. noch überdiess durch eine Linie hervorgehoben. Zählt man alle gleichlaufenden zusammen, so findet man ihrer 21.

So hat uns die Aufsuchung immer steilerer Reihen endlich suf die senkrechten geführt! Diess erinnert uns an die zu allererst angeführte Art der Betrachtung der Blattstellung

nach Zeilen, und in dieser Beziehung können wir die Blattstellung unserer Zapfen jetzt bestimmen als eine 21zeilige. Warum haben wir nun nicht lieber sogleich damit angefangen, die Zahl der Zeilen zu bestimmen, um so mit Einem Schritt zu einem Ergebniss zu kommen, das wir jetzt auf Umwegen erreicht haben? Diese Frage will ich durch die Beantwortung einer zweiten erwiedern. Kann uns diese Bestimmung genügen? Kennen wir auch die Stellung der Blätter wahrhaft, wenn wir nicht mehr von ihr wissen, als eine wievielzeilige sie sei? Wäre es, so müssten uns auch alle andern nothwendig mit derselben Blattstellung verbundenen Eigenschaften dadurch bekannt sein. Nun ist es gewiss keine zufällige Erscheinung, dass man an unsern Zapfen 5, 8 und 13spiralige Reihen der Blätter zu unterscheiden vermag; diese aber aus der allein bekannten 21zeiligkeit der Stellung als nothwendige Folge abzuleiten, wird wohl Niemand mit glücklichem Erfolge unternehmen. Um uns dies an einem einfacheren Beispiel zu erläutern, wählen wir die Betrachtung 6zeilig geordneter Blätter. Könnten diese nicht bei 6gliederigen Wirteln, deren Glieder in derselben Richtung über einander stünden, bestehen? und nicht auch bei 3gliederigen, wenn die Glieder derselben abwechselnde Richtung hätten? und desgleichen bei 2gliederigen, wenn je drei Paare in verschiedene Richtung gestellt wären? und endlich auch bei einzeln gestellten Blättern, von denen das 7te wieder die Richtung des ersten hätte? Wir werden später darauf geführt werden, wie sich für die Entstehung von 21 Zeilen nur allein bei einzeln gestellten Blättern noch viel mehr Fälle denken lassen, und alsdann noch deutlicher das Unzureichende einer solchen Bestimmungsweise einsehen. Die 21 Zeilen müssen eben sowohl als die gefundenen schiefen Reihen Folgen eines uns bis jetzt noch verborgenen Grundes sein.

Uebersehen wir nun das bisher Gefundene rückschreitend, und rufen uns sämmtliche Reihen wieder ins Gedächtniss. Gerade Reihen sind 21. Nennen wir diese Zeilen, so wollen wir auch die gewundenen durch einen gemeinsamen Namen unterscheiden, und sie mit einem von Schimper *) sehr passend gewählten Ausdruck Wendeln nennen. Wir haben 13-, 8- und 5zählige Wendeln gefunden. Aus der Vergleichung dieses wollen wir noch einige allgemeine Bemerkungen abziehen, welche uns bei der weiteren Verfolgung unserer Aufgabe dienlich werden können.

1) Nach den Graden der Steilheit verfolgt, zeigen die Reihen abwechselnde Wendung, also dass z. B., wenn die 5zähligen rechts winden, die steileren 8zähligen stets links, die sodann folgenden 13zähligen aber wieder rechts gedreht sein werden. Zwischen den beiden steilsten Wendeln erheben sich senkrecht die Zeilen. Diese abwechselnde Wendung der Reihen deutet auf ein gewisses Gleichgewicht, in welchem sie gegenseitig gehalten sind.

2) Je steiler die Reihen, desto grösser ist die Anzahl der gleichlaufenden, die wir Mitreihen nennen wollen, die Zahl aber, in der sie vorhanden sind, ihre Coordinationszahl. Diese Zahlen zeigen ein bedeutsames Verhältniss. Stellt man sie nämlich, mit der grössten anfangend, in eine Reihe, so ist jede folgende die Differenz der zwei vorausgehenden, und umgekehrt, jede vorausgehende die Summe der beiden folgenden: 21, 13, 8, 5,
fahren wir auf die angefangene Weise fort zu subtrahiren, so erhalten wir die Zahlenreihe:

21, 13, 8, 5, 3, 2, 1, 1, 0

Dieses Verhalten weisst hin auf eine wunderbare Gesetzmäs-

*) Geiger Mag. für Pharm. Januar 1830. p. 9.

sigkeit der Anordnung, und lässt uns sogar Vermuthungen wagen über die noch nicht betrachteten Blattreihen; denn wenn wir von dem unter den bisher gefundenen obwaltenden Gesetz weiter schliessen dürfen auf die noch zu findenden, so werden stets flacher werdende, in dieser Aufeinanderfolge abwechselnd windende, und wie die fortgesetzte Reihe der Coordinationszahlen anzeigt, in der 3zahl, 2zahl und 1zahl vorhandene Blattwendeln zu erwarten seyn. In dieser uns in der Erwartung vorschwebenden letzten, Einen Reihe erblicken wir das wahre Ziel unserer Hoffnung, den Einen Grund der Blattstellung, auf dem alle Vielheit und Vielartigkeit der Reihen beruhen muss.

Wir versuchen nun die wirkliche Nachweisung der nach unserer Vermuthung noch vorhandenen Wendeln. Ohne grosse Mühe finden wir die 3zähligen, und zwar leichter an Fig. 1. als an Fig. 2. Eine der 3zähligen ist die mit den Zahlen 1, 4, bezeichnete, welche wieder mit 16, 19, 22, 25 und so noch sehr oft zum Vorschein kommt, weil sie sehr langsam ansteigend den Zapfen umwindet. Noch flacher und schon etwas schwierig zu verfolgen sind die mit den 3zähligen sich kreuzenden 2zähligen Wendeln. Sie gehen in der Richtung von 1 nach 3, 9 nach 11, 17 nach 19, welches jedesmal die nämliche, von der Rückseite wiederkehrende ist. Sie schliesst nur Eine Mitreihe aus oder ein. — Alle jetzt gefundenen Blattreihen, mit Ausnahme der flachsten 2zähligen, übersehen wir nun noch einmal in ihrer wechselseitigen Anordnung und wunderbaren Verwebung auf Tab. XIX. Fig. 2., wo sie nach ihrer Verschiedenheit mit verschiedenartigen Linien bezeichnet sind: die 21zähligen durch schwarzgezogene, die 13zähligen durch schwarzpunktirte, die 8zähligen durch blaue, die 5zähligen durch rothe, und endlich die 3zähligen durch gelbe.

Wenn schon die 2zähligen Wendeln schwierig zu finden waren, so ist es die vorausgesagte und jetzt allein noch übrige 1zählige, welche allein die wahre Spirale der Blattstellung sein kann, weil sie die einzige ist, welche uns die wahre Aufeinanderfolge der Blätter zeigen wird, weil in ihr allein nicht ein gewisser Theil, sondern alle Blätter unmittelbar zusammengereiht sein müssen, — so ist es diese bei Weitem am Meisten; denn so wie einerseits die Schuppen, je steiler die Reihen sind, um so mehr in vertikaler Richtung sich entfernen, in horizontaler aber sich nähern, so entfernen sie sich andererseits, je flacher die Reihen, um so mehr in horizontaler, während der Höhenabstand immer unbemerkbarer wird. Die Zeilen und die 1zählige Wendel sind darin nothwendig die Extreme; während bei den ersteren der Höhenabstand der grösste, die seitliche Entfernung aber = 0 geworden ist, muss umgekehrt bei der jetzt gesuchten Reihe der Seitenabstand der Schuppen sein Maximum, der Höhenabstand aber sein Minimum erreicht haben, und darin liegt eben der Grund der Schwierigkeit der Aufsuchung und Verfolgung der 1zähligen Reihe; denn die grössere Auseinanderrückung der Schuppen in die Breite entzieht die Reihen dem Auge ebensowohl, als die in die Höhe. Nur durch ein Mittelverhältniss beider Entfernungen werden die Reihen am Meisten ins Auge fallen, da nämlich, wo die wirkliche Entfernung, die Hypotenuse des horizontalen und vertikalen Abstandes am kleinsten ist. Darum sind uns auch zuerst weder die steilsten noch die flachsten, sondern gewisse mittlere Reihen, die 5- und 8zähligen, als die am leichtesten wahrnehmbaren, ins Auge gefallen. Könnten wir die Achse noch mehr verkürzen, als an unserem Zapfen der Fall ist, so würden natürlich die steileren Reihen und zuletzt die Zeilen mehr hervortreten; könnten wir die Achse verlängern, so würden die flacheren, die steileren verdrängend, sich hervorheben.

Um nun das Daseyn der 1zähligen, für die Erkenntniss der Blattstellung wichtigsten Wendel wirklich zu zeigen, habe ich auf Tab. XX. den Zapfen der Rothtanne vergrössert und aufgerollt vorgestellt. Würde man dieses Blatt so zusammenrollen, dass die zwei senkrechten Randlinien vereinigt würden, so hätte man die Walzengestalt des Zapfens hergestellt und alle Theile in ihre natürliche Lage zurückgebracht; nur unten und oben fehlte die gehörige Begrenzung. Was an den Figuren der vorigen Tafel dem Leser unmöglich war — die Reihen, die wir betrachtet haben, wirklich nachzuzählen — das lässt sich hier ausführen, weil wir beide, die hintere und vordere Fläche des Zapfens, in einer Ebene vor uns haben, und jede Reihe, so wie sie auf der einen Seite den Rand erreicht hat, am entgegengesetzten Rande, indem man nur horizontal herübergeht, wieder aufgenommen werden kann. Nehmen wir irgend eine bestimmte Schuppe (x) an, um von ihr aus allen möglichen Reihen bis zur letzten, lange gesuchten, zu folgen: Mit der Schuppe x stehen in senkrechter Linie aufwärts die Schuppen x' und x'', abwärts — x. Dass es 21 solcher Reihen sind, zeigen uns die 21 sie bezeichnenden senkrechten Linien, welche den Aufzug des Ganzen bilden. An die senkrechte Reihe schliesst sich zunächst die von x nach f und f' an; man kann sich durch Zählen überzeugen, dass ihrer 13 sind. Hierauf folgt die Reihe von x nach e, e'; es sind 8 solcher. Die von x nach d, d' gehört den 5zähligen an, was man daraus sieht, dass sie 4 gleichlaufende zwischen sich einschliesst. Diese beiderlei Reihen sind die hervorstehenden, auf den ersten Blick sichtbaren; die nächste von x nach c, c' wird wegen der wachsenden seitlichen Entfernung der Schuppen schon unscheinbarer. Sie ist der 3zähligen eine, indem sie 2 identische zwischen sich lässt. Noch unscheinbarer ist endlich die Reihe von x nach b und abwärts

nach — b, die nur Eine Mittelreihe hat. Um endlich auch die letzte Reihe, die versteckteste unter allen und von allen versteckte, zu finden, verfahren wir so: Aus dem unter den bisher betrachteten Reihen durchgehends bemerkten Verhältniss der abwechselnden Wendung wissen wir, nach welcher Seite ansteigend wir die Grundreihe, auf die wir alle übrigen zu bauen gedenken, suchen müssen, und wenden uns demnach nach der der Richtung der 2zähligen Wendeln entgegengesetzten Seite, jede Schuppe sorgsam betrachtend, welche etwa die in der wahren Ordnung auf x folgende oder das zweite Glied der Grundwendel sein könnte. Von x nach e dürfen wir nicht gehen, denn so erhielten wir der 8zähligen Reihen eine; auch nicht nach — d, denn diess ist der Weg der 5zähligen und zudem abwärts, während wir aufsteigen sollen; von x nach c führt auf eine der 3zähligen, ist also noch zu steil; nach — b wäre die 2zählige und führt wieder abwärts. Wenn wir nun nicht nach c dürfen, weil es zu hoch führt, und nicht nach — b, weil zu tief, so müssen wir nothwendig mitten durch, und es bleibt uns keine Wahl mehr. Die Schuppe a muss die gesuchte sein. Eben so könnten wir rückwärts den Weg von x nach — a suchen. Dass wir aber in der Aufeinanderfolge — a, x, a wirklich die 1zählige, alle Schuppen begreifende Wendel gefunden haben, sehen wir daraus, dass, wenn wir auf die angefangene Weise fortfahren die unmittelbar sich folgenden Schuppen aufzusuchen, und die gefundenen mit einem Zeichen kenntlich zu machen, endlich alle Schuppen bezeichnet und keine ausgelassen sein wird, welches der untrieglichste Beweis ist, dass wir die wahre Aufeinanderfolge derselben getroffen haben. Wir sehen jetzt auch, wie unentbehrlich uns die vorausgehende Betrachtung aller falschen, vielzähligen Wendeln war, um endlich zur einzigen wahren durchzudringen;

denn nur nachdem wir alle möglichen Irrwege erkannt hatten, konnten wir den Einen wahren Weg nicht mehr verfehlen. — So sind wir nun endlich dahin gekommen in der Erkenntniss der Blattstellung unserer viel hin und her gewundeten Zapfen, dass wir mit Sicherheit aussprechen können, sie beruhe auf einer einzigen Spirale. Alle anderen vielfach vorhandenen Reihen können also nichts anderes sein, als aus der Natur dieser einzigen Grundwendel nothwendig folgende Erscheinungen, weshalb wir jetzt die zuletzt gefundene, der wahren Aufeinanderfolge der Blätter entsprechende Reihe, die bedingende, primäre, alle andern aber, die, so lange diese verborgen war, uns nothwendig auf falschen Wegen führen mussten, da sie erst in der Unterordnung ihre wahre Bedeutung bekommen können, die bedingten, sekundären Reihen nennen. Die Natur jener Einen, alle andere Reihen bedingenden Spirale zu erforschen, muss uns jetzt die wichtigste Angelegenheit sein.

Bei aller bisherigen Betrachtung der Reihen haben wir immer nur ihre Anordnung um den Zapfen, ihre Coordination, ins Auge gefasst, ihre innere Gliederung oder Composition aber ganz vernachlässigt. Die Bestimmung der Reihen in dieser letzteren Rücksicht nachzuholen, wäre also jetzt noch der Zeit. Da wir aber einmal die wahre Mitte der Betrachtung gefunden, so fangen wir nicht wieder an den äusserlich zuerst erscheinenden Reihen an, sondern begeben uns sogleich an die Untersuchung der Haupt- und Grundwendel, indem wir hoffen, von ihr ausgehend mit grösserer Einsicht und Sicherheit auf alle abzuleitenden Reihen zurückzukommen. Erinnern wir uns jetzt der Art und Weise, nach der man gewöhnlich die Beschaffenheit einer spiraligen Blattstellung näher bestimmt. Man zählt nämlich die Anzahl der Blätter, aus denen eine Spirale besteht, d. h. man bestimmt, mit den

wievielten Blatte die Spirale gleichsam von Vornen anfängt, indem sie die nämlichen Verhältnisse wiederholt. Folgen wir dieser Anleitung, und suchen wir zu erörtern, das wievielte Blatt unserer Grundwendel wieder dieselbe Richtung mit dem ersten zeigt. Wir haben die Grundwendel verfolgen gelernt, und können dies also, ohne den Zapfen zu verletzen, ausführen; wir erleichtern uns aber die Arbeit, wenn wir einen Zapfen von unten nach oben fortschreitend entblättern und nun zählen, wie viele Schuppen man entfernen muss, um zu einer bezeichneten, in senkrechter Linie mit der ersten, die man weghob, stehenden Schuppe zu gelangen. Welchen Weg wir nun einschlagen mögen, so finden wir 21 Schuppen in verschiedener Richtung, die 22ste aber über die erste gestellt, also dass wir sagen können, die Natur der fraglichen Blattstellung ist diese: die Blätter bilden eine einzige Spirallinie, in der nach 21 in verschiedene Richtung gestellten Blättern das 22ste über das erste zu stehen kommt. Versuchen wir es nun sogleich uns einen Grundriss von dieser Stellung zu entwerfen: wir theilen einen Kreiss durch 21 Strahlen in 21 gleiche Winkel; auf die 21 Radien sollen die 21 in verschiedene Richtung zu stellenden Blätter aufgetragen werden, das 22ste auf denselben Radius mit dem 1sten, das 23ste mit dem 2ten u. s. f. gestellt werden. Im Begriff dies auszuführen stossen wir auf einen Zweifel, der uns das gewonnene Ergebniss abermals zu vernichten droht: denn schreiben wir nun, um die Aufeinanderfolge der Blätter anzugeben, die Zahlen in ihrer natürlichen Folge (immer auf den nächsten Radius von demjenigen an, dem die Zahl 1 zugefallen ist, übergehend) herum, also dass nach Einem Umlauf 22 über 1 zu stehen kommt, 23 über 2 u. s. f., so dünkt es uns, wenn wir die entstandene Figur betrachten, wundersam, dass es bei dieser Anordnung so

viele Mühe kosten sollte, die wahre Spirale zu finden, und unbegreiflich ist es uns, woher wohl alle jene vielfachen Spiralen, die uns die wahre so lange versteckt hielten, ihren Ursprung haben, denn bei unserer Figur ist keine andere möglich, die mehr in die Augen fiele, als die Grundspirale selbst, da diese die möglichst kleineren horizontalen und vertikalen Abstände in ihrem Fortschreiten vereinigt. — Ein auf Taf. XIX. Fig. 4. geworfener Blick vernichtet sogleich unsere Construction, und zeigt uns, dass die zunächst aufeinander folgenden Blätter nicht auch die zunächst liegenden Radien einnehmen. Es muss also unserer Bestimmung noch etwas sehr Wesentliches abgehen, ohne welches uns die wahre Construction der Blattstellung nicht möglich ist. Würden wir, anstatt (wie bei dem ersten Constructionsversuch geschah) stets um $1/21$ des Kreises weiterzurücken, jedes nächste Blatt, Einen Radius überspringend, in eine seitliche Entfernung von $2/21$ setzen, so könnten wir erst nach 2 Umläufen mit dem 22sten Blatt über das 1ste kommen; je nachdem wir noch mehrere Radien übersprängen, also die aufeinanderfolgenden Blätter durch grössere Entfernungen seitlich auseinanderrückten, würden wir auch mehrerer Umläufe zur vollständigen Besetzung aller 21 Radien bedürfen. Nur mit $3/21$ und $7/21$ muss der Versuch misslingen, weil wir im ersten Fall eine nur 7-, im zweiten eine nur 3zeilige Ordnung der Blätter erhielten; bei $1/21$, $2/21$, $4/21$, $5/21$, $6/21$, $8/21$, $9/21$, $10/21$ würden wir jedesmal spiralige Blattstellungen mit dem 22sten Blatt über dem 1sten, also mit 21 Zeilen, erhalten, die aber durch die verschiedene Anzahl der Umläufe unter sich ganz verschieden wären. Hieraus ersehen wir, dass bei der üblichen Betrachtung der Spiralstellungen, dem Zählen der Glieder bis zur Wiederkehr des anfänglichen Verhältnisses, stets ein wesentlicher Umstand vergessen worden ist, ohne dessen

Beachtung die vollkommene Bestimmung der Blattstellung ganz unmöglich ist. Wenn z. B. bloss angegeben wird, dass in einer Blattwendel das 6ste oder das 9te Blatt über dem 1sten steht, so ist mir die Blattstellung dadurch noch nicht bekannt, da ich nicht weiss, ob diess in Einem oder in mehreren Umläufen erreicht wird. Wir müssen also unser Entblätterungsgeschäft noch einmal vornehmen, um die Anzahl der Umläufe zu erfahren, und werden finden, wie man diess Taf. XIX. Fig. 4. verfolgen kann, dass erst nach 8 Umläufen die Stelle des 22sten Blatts erreicht wird. Man muss also stets 7 Radien überspringen oder um 8/21 des Kreises seitwärts weitergehen, um dem in der Grundwendel folgenden Blatte seine Stelle anzuweisen. Jetzt erst sind wir sicher, dass uns nichts mehr zur wesentlichen Bestimmung der Blattstellung unserer Zapfen fehlt; wir haben den Punkt gefunden, von wo aus wir alles in der wahren Ordnung erblicken müssen. Wir haben eine spiralige Blattstellung, deren wesentliche Bestimmung die ist, dass sie mit 21 Gliedern und in 8 Umläufen einen Umlaufsgang (Cyclus) vollendet. Aber sowohl die Anzahl der Glieder als die der Umläufe, die 2 wesentlichen Stücke bei Bestimmung einer spiralig-fortgehenden Blattstellung, sind selbst wieder begründet in dem stets gleichförmig sich wiederholenden seitlichen Abstand der aufeinanderfolgenden Blätter, welcher in unserem Falle 8/21 des Kreisumfangs beträgt. Von der Gleichförmigkeit und Grösse dieses Abstandes überzeugt man sich auch am wirklichen Zapfen sowohl als auf Taf. XX. leicht, wo man finden wird, dass das nächstfolgende oder vorausgehende Blatt (a oder — a) der Grundwendel von x aus in der 8ten Nebenzeile, also um 8/21 des ganzen 21zeiligen Raums, entfernt steht. Hierdurch haben wir zugleich ein leichtes Mittel gefunden, auf Taf. XX. die Grundwendel zu verfolgen. Nennen wir nun jenen sowohl

die Anzahl der Glieder als die der Umläufe bedingenden seitlichen Abstand der unmittelbar aufeinanderfolgenden Blätter, oder den Winkel, den sie, in eine Ebene gedacht, miteinander bilden, um ihn durch einen kurzen Ausdruck von der Höhenentfernung (Distanz) zu unterscheiden, ihre Divergenz (Winkelabstand), so werden wir die letzte und vollständige Bestimmung der Blattstellung unserer Zapfen geben, wenn wir sagen, dass bei ihnen die Blätter unter der Divergenz 8/21 gestellt sind. Der Zähler des die Divergenz ausdrückenden Bruchs gibt uns die Zahl der Umläufe, der Nenner die der Glieder eines Cyclus der gefundenen Blattstellung an.

Durch diese Art die Blattstellung nach der Divergenz zu bestimmen, haben wir nun unvermerkt einem früher, als wir eine bestimmte Art, die gegenseitige Richtung der Blätter auszudrücken vermissten, gefühlten Mangel abgeholfen, und eine Bezeichnungsweise gefunden, welche eben so kurz und bequem als zugleich vielsagend und erschöpfend ist; denn es kann nichts wesentlich zur Blattstellung Gehöriges geben, was aus der Divergenz nicht zugleich bekannt wäre. Wir überzeugen uns davon durch die jetzt erst mögliche Construction der gefundenen Blattstellung im Grundriss, wie er sich auf Taf. XXI. findet. Die für die Projection bestimmte Kreisebene ist durch 21 Strahlen (ebensoviele Richtungen der Blätter anzeigend) abgetheilt; die concentrisch sich folgenden Kreisse, für die Aufnahme eben so vieler Blätter bestimmt, zeigen von Aussen nach Innen die Höhenentfernungen an; durch die natürliche Aufeinanderfolge der Zahlen ist eben diese der Blätter angegeben. Setzen wir also das erste Blatt auf den ersten Kreiss in irgend eine der 21 Richtungen, so muss das 2te Blatt in einer seitlichen Entfernung von 8/21 auf dem 2ten Kreiss seine Stelle finden und so fort, bis nach 8 Umläufen das 22ste

auf dem 22sten Kreiss in senkrechter Linie über das erste zu stehen kommt und eine neue Umlaufsperiode anhebt. Die Entstehung der 21 Blattzeilen durch die Aufeinanderfolge mehrerer Umlaufsperioden bedarf keiner weiteren Erklärung; dagegen bleibt uns nun noch übrig, eben so wie die 21 Zeilen auch alle anderen Wendeln, auf die wir im Eingang der Untersuchung stiessen, als nothwendig durch die nach $8/21$ Divergenz fortschreitende Grundwendel gesetzte nachzuweisen. Die Betrachtung des Grundrisses wird diess auch ohne ausführliche Nachweisung zu zeigen im Stande sein. Die Entstehung aller jener ausser der Grundwendel erscheinenden Spiralen beruht darauf, dass während der wiederholten Umläufe, die die Grundwendel zur Vollendung ihres Cyclus zurücklegen muss, eine gewisse Folge von Blättern, die wir aus später einleuchtenden Gründen die kritischen nennen wollen, (das 3te, 6te, 9te, 14te), wenn gleich der Höhe nach sich immer mehr vom 1sten entfernend, doch von der Seite her ihm immer näher zu stehen kommen, bis endlich mit dem 22sten die seitliche Entfernung $= 0$ wird, — und dass alle diese schief über dem ersten ihre Stelle findenden Blätter ebenso schiefe Reihen einleiten, wie jenes endlich senkrecht darüberfallende die senkrechte. Betrachten wir nun die auf solche Weise entstehenden Reihen auf dem dazu bestimmten Grundrisse, so werden wir ganz dieselben wiederfinden, die wir früher, die Grundwendel suchend, getroffen haben; auch sind sie hier, um die Vergleichung der Projection mit der seitlichen Ansicht des Zapfens zu erleichtern, durch dieselben Farben kenntlich gemacht, mit denen die entsprechenden auf Taf. XIX. Fig. 2. bezeichnet sind. Als Beispiel, um ihre Gleichheit mit den früher betrachteten zu zeigen, heben wir die auf dem Grundriss rothgefärbten hervor. Zunächst liegt uns die von 1 ausgehende, welche nach 6 sich begibt; eine

2te sehen wir von 2 nach 7, eine dritte von 3 nach 8, eine 4te von 4 nach 9 und eine 5te von 5 nach 10 einlaufen. Mehr als 5 kann es nicht geben, denn die von 6 nach 11 ist nur die Fortsetzung der zuerst betrachteten von 1 nach 6. So erkennen wir in diesen die 5zähligen Wendeln wieder, mit denen sich die steileren 8zähligen (die blauen) und die flacheren 3zähligen (die gelben) kreuzen. Wir sehen aber jetzt zugleich den Grund ihrer Fünfzähligkeit ein, denn immer auf das in der genetischen Aufeinanderfolge 5te Blatt überspringend, kann jede einzelne nur 1/5 aller Blätter begreifen, und es sind 5 gefordert, um alle 5 Fünftheile in sich zu fassen; oder, indem sie stets 4 Blätter auslässt, muss sie nothwendig 4 Nebenreihen haben; immer um 5 weiterzählend und in diesem Sinne 5zählig, muss sie auch in der Fünfzahl vorhanden sein, um alle Zahlen zu zählen. So sind also die 5zähligen Reihen auch in sich 5zählig, und ihre Coordinationszahl fällt mit ihrer Sprungzahl zusammen; nicht mehr bloss collektive *(quia quinae adsunt)* heissen sie uns jetzt die 5zähligen *(quinariae spirae)*, sondern auch jede einzelne für sich betrachtet ist fünfzählig *(quinaria)*, weil sie mit 5 zählt *(quia quintum quodque folium amplectitur)*. Dasselbe, was hier von den rothen Spiralen gesagt ist, gilt nun auch von allen andern, wie sie sich auf dem Grundriss finden. Nur die flachsten der bedingten Wendeln, die 2zähligen *(binariae)*, deren eine alle ungeraden, die andere alle geraden Zahlen trifft, sind auf dem Grundriss nicht gezogen, weil eine zu grosse Ueberhäufung mit Linien nur Verwirrung in die Ansicht des Ganzen gebracht hätte.

Blicken wir nun wieder auf Taf. XIX. zurück, so haben die auf den Schuppen der dort vorgestellten Zapfen befindlichen Zahlen, welche uns früher als blosse Wegweiser zum Aufsuchen der Reihen dienten, mit einem Male Bedeutung

gewonnen, so dass wir aus ihnen nicht nur die wahre Aufeinanderfolge der Schuppen, sondern auch jede beliebige Reihe derselben als das, was sie ist, erkennen, da die Differenz der Zahlen jeder möglichen Reihe uns jedesmal die Anzahl solcher Reihen angibt. Jetzt wird es uns auch ein Leichtes sein, jeden Zapfen auf die naturgemässe Weise zu beziffern, ohne mühsam der Grundwendel zu folgen, indem wir uns ganz von den bedingten Wendeln leiten lassen. Von einer beliebig angenommenen 1sten Schuppe ausgehend, würden wir z. B., der 5zähligen Wendel folgend, die Ziffern nach der Reihe 1, 6, 11, 16, 21, 26, ... auftragen; alsdann würden wir durch einen Schritt in der 8zähligen Wendel zur oberen Nebenreihe der zuerst bezifferten übergehen u. s. f., bis alle 5 Quinarwendeln und somit alle Schuppen des Zapfens, die über der angenommenen ersten stehen, beziffert wären. Eben so könnten wir aber den Octonarwendeln folgend, wobei durch einen Schritt in der 5zähligen der Uebergang zur jedesmaligen Nebenreihe gemacht würde, — oder auch den 3zähligen Reihen folgend, wobei wir durch Schritte in der Quinar- oder Octonarreihe auf die coordinirten Reihen hinüberkämen, die Bezifferung vornehmen. Die Grundwendel muss sich dabei von selbst ergeben, und, wenn die Schuppen einmal richtig beziffert sind, leicht verfolgen lassen, also, dass wir uns auf diese Weise von ihrem Dasein und Verlauf ohne Mühe überzeugen können. Ueberhaupt sind uns jetzt alle jene mannichfaltigen Reihen, die uns so lange in der Irre herumführten, bekannt; für uns gibt es keinen unbekannten Ort mehr am Zapfen, und mit Sicherheit durchwandern wir nach allen möglichen Richtungen die vielfach sich verschlingenden Pfade dieses Labyrinths, nachdem wir einmal den allesvereinigenden Faden, die Grundwendel, von der alle

Irrgänge ausgehen und zu der alle wieder zurückführen, gefunden haben.

Nun haben wir zwar bei Betrachtung des Grundrisses gesehen, dass die 21-, 13-, 8-, 5-, 3- und 2zähligen Wendeln aus der Construction einer nach der Divergenz 8/21 fortschreitenden Grundwendel, als nothwendig bedingte Erscheinungen, von selbst hervorgehen, wir sind aber noch nicht im Stande, uns alle diese Folgen auch ohne bildliche Vergegenwärtigung aus der blossen gegebenen Divergenz herzuleiten. Hierauf zu führen dient vielleicht die nähere Betrachtung der Composition der bedingten Reihen, mit der wir immer noch im Rückstand sind. Der Winkelabstand, nach dem die Grundwendel fortschreitet, ist 8/21; es kommt also das 2te Blatt in eine seitliche Entfernung von 8/21 zum ersten zu stehen. Das dritte Blatt ist in derselben Richtung um das Doppelte vom ersten entfernt, also um 16/21, wodurch es sich dem ersten von der andern Seite wieder nähert, und nur noch 5/21 von ihm entfernt ist. Da nun durch unmittelbare Verbindung des ersten und dritten Blattes die 2zählige Reihe gebildet wird, so haben wir so eben die Divergenz, nach der diese fortschreitet, bestimmt, und sehen auch den Grund ein, warum sie entgegengesetzter Wendung mit der 1zähligen sein muss. Fiel nun das dritte Blatt nur noch in eine Entfernung von 5/21 zum ersten, so muss das 4te bereits über das 1ste hinausfallen und zwar um $8 - 5/21 = 3/21$. Dies wird also die Grösse der Divergenz für die das erste und 4te Blatt unmittelbar verbindende und nothwendig wieder in derselben Richtung mit der Grundwendel herumgehende 3zählige Wendel sein. Auf dieselbe Weise fortsuchend können wir auch die Divergenzen, nach denen die übrigen Wendeln entstehen, ausmitteln. Zwischen dem 1sten und 6ten

Blatt werden wir einen Winkel von 2/21, zwischen dem 1ten und 9ten von 1/21, desgleichen zwischen dem 1sten und 14ten einen Winkel von 1/21 finden, und so die Divergenzen für die 5-, 8- und 13zähligen Wendel bestimmt haben. Endlich finden wir gar keine Divergenz des 1sten und 22sten Blattes, was die 21zähligen Reihen zu den Zeilen der Blattordnung macht. Das Verhältniss sämmtlicher Divergenzen der bedingten Wendeln wird uns klar werden, wenn wir zuvor eine nochmalige Betrachtung der Divergenz der Grundwendel vorausgehen lassen. Die Divergenz der Glieder der Grundwendel, so wie diese selbst, ist einer zwiefachen Ansicht fähig. Wir hatten keinen andern Grund, die Divergenz nach dem kleineren Winkel 8/21 und nicht nach dem grösseren Ergänzungswinkel 13/21 zu bestimmen, als die Bequemlichkeit bei Construirung der Grundwendel, indem wir den näheren Weg vorzogen; denn, der Divergenz 13/21 folgend, erreicht man nicht in 8, sondern erst in 13 Umläufen die Vollendung eines Cyclus der gefundenen Blattstellung des Tannenzapfens. Wir müssen also von nun an die grosse und kleine Divergenz und nach diesen die Grundwendel nach dem langen und kurzen Weg unterscheiden. Diese zwei Wege muss es für jede durch die Divergenz bestimmbare Blattstellung geben, und nur bei der Divergenz 1/2 werden beide gleich sein. Schreiben wir nun alle für alle Reihen gefundenen Divergenzen in der Ordnung, in welcher die Reihen den Graden der Steilheit nach aufeinanderfolgen, zusammen:

13/21, 8/21, 5/21, 3/21, 2/21, 1/21, 1/21, 0/21

so sehen wir, dass jedes folgende Glied dieser Reihe die Differenz der zwei vorausgehenden Glieder ist, und dass uns also mit der Divergenz der Grundwendel auch die Divergenzen aller bedingten Reihen, und somit diese selbst, gegeben sind, indem wir nur die in dem doppelten Zähler der ersteren be-

gonnene Zahlenreihe, stets die folgende Zahl von der vorausgehenden abziehend, bis auf 0 fortführen dürfen, um letztere zu erhalten. Die zwiefache Divergenz der doppelseitig zu construirenden Grundwendel können wir so anschreiben: $\frac{13 \vee 8}{21}$ wobei wir durch das zwischen den grossen und kleinen Zähler der Divergenz gestellte Zeichen die davon abhängige doppelseitige Wendung anzeigen. Durch Versetzung des Ausdrucks könnten wir die umgekehrte Wendung der Blattstellung bezeichnen, wenn uns diess von Wichtigkeit wäre.

Zur vollkommenen Einsicht in die Composition der bedingten Reihen und die Art ihres Hervorgehens aus der Grundwendel gehört aber noch, als wesentliches Moment, die Betrachtung der Distanzen oder der Höhenentfernungen, nach denen sie fortschreiten. Natürlich kann hier bloss von den relativen Distanzen die Rede sein, da die absolute Distanz, d. h. das Maass der wirklichen Entfernung zwischen irgend zwei Blättern, als eine im Lauf der Geschichte des Individuums bei derselben sich wesentlich gleich bleibenden Blattstellung veränderliche Grösse, nicht in Betracht gezogen werden kann. So wie wir den ganzen Flächenraum der gefundenen Blattstellung durch die 21 Radien, in deren Richtung die Blätter stehen, in 21 Zwischenräume (Intervallen, Blattlücken) abgetheilt haben, so muss auch der ganze Höhenraum eines Cyclus derselben durch die ihm angehörigen 21 in verschiedene Höhe gestellten Blätter in 21 Höhentheile (Interstitien, Zwischenstellen) zerlegt, vorgestellt werden. Wie die Divergenz nach Flächentheilen (Intervallen) bestimmt wird, so die Distanz nach Höhentheilen (Interstitien). Die Distanzen, nach denen die Glieder verschiedener Reihen in verschiedene Höhen auseinandergerückt sind, können wir entweder auf Taf. XX. nachsuchen, indem wir bei jeder Reihe

nachsehen, um wieviele Querlinien die Spitze jeder nächstfolgenden Schuppe von der vorausgehenden entfernt ist; oder auf Taf. XXI., indem wir untersuchen, wieviele Kreisszwischenräume die verschiedenen Spirallinien durchschneiden, um von einer Zahl zur nächstandern zu kommen. Aber wir bedürfen dieser Nachsuchungen gar nicht, indem wir ja bereits die Sprungzahlen der Reihen kennen, und offenbar die von irgend einer Reihe befolgte Distanz bloss davon abhängt, zum wievielten Blatte der Grundwendel sie von einem gegebenen ersten aus unmittelbar übergeht, wieviele Distanzen der Grundwendel (Interstitien) sie demnach in Einem Schritte zurücklegt. Die Grundwendel geht von Stufe zu Stufe; die von ihr befolgte Distanz beträgt natürlich eine Zwischenstelle oder als Theil des Höhenraums des ganzen Cyclus 1/21. Die 2zählige Wendel überspringt immer Eine Stelle, und schreitet also nach der Distanz 2/21 fort. Alle anderen Reihen legen gleichfalls immer so viele Zwischenstellen mit 1 Schritte zurück, als ihre Sprungzahl anzeigt. Die Distanz ist also immer gleich einem Bruche, der zum Nenner die Zahl der Interstitien des ganzen Cyclus, zum Zähler die Sprungzahl der gegebenen Reihe hat. Vergleichen wir nun in allen Reihen das Verhältniss des horizontalen und vertikalen Fortschreitens oder der Divergenz und Distanz, so finden wir, dass von der Grundwendel aus, bei der die Divergenz am grössten, die Distanz am kleinsten ist, die Divergenz der Reihen nach demselben Gesetz abnimmt, nach welchem die Distanz zunimmt, bis endlich bei der Zeile die Distanz ihr Maximum (21/21) erreicht hat, indess die Divergenz = 0 geworden ist.

Geben wir nun, um die Formel zu ergänzen, der Folgereihe der Divergenzen und Distanzen eben so, wie sie damit endigt, 21/21 und 0/21 zum Anfang (indem wir durch diese beiden Zeichen die Stelle des ersten Blatts, als in der Pe-

ripherie einer durch 21 Richtungen der Blätter eingetheilten Achse stehend, und die unterste Grenze, von welcher aus die Höhen gemessen werden, bildend, bezeichnen) so bekommen wir folgende zwei sich wechselseitig begrenzende Reihen, die obere für die Divergenzen, die untere für die Distanzen:

I. 21/21, 13/21, 8/21, 5/21, 3/21, 2/21, 1/21, 1/21, 0/21
II. 0/21, 1/21, 1/21, 2/21, 3/21, 5/21, 8/21, 13/21, 21/21

Die obere Reihe, die der Divergenzen, haben wir schon vorhin aus der blossen Divergenz der Grundwendel entwickelt; da nun die untere Reihe, die für die Distanzen, dieselbe ist, nur in umgekehrter Ordnung, so sind auch die Distanzen für alle mögliche Blattreihen, wenn wir einmal das Gesetz ihrer Zunahme erkannt haben, bei der gegebenen Divergenz der Blattstellung nichts Unbekanntes, — und so liegt nun wirklich die Natur der ganzen complicirten Blattstellung in dem Einen Zeichen der Divergenz vor uns, das auf unser Wort sich entfaltet in zwei Reihen von Brüchen, in denen die ganze Compositionslehre dieser Blattstellung enthalten ist. In jenen zwei Reihen der ab- und zunehmenden Divergenzen und Distanzen gibt uns der Zähler der Distanz jedesmal die Zahl an, in der eine Blattreihe vorhanden ist; der Zähler der darüber stehenden Divergenz gibt uns die Anzahl der Umläufe an, mit denen diese Reihe ihren Cyclus durchläuft; der allen Distanzen und Divergenzen gemeinschaftliche Nenner zeigt die allen möglichen Wendeln auf gleiche Weise zukommende Anzahl der Glieder an, mit denen sie ihren Cyclus vollenden.

Ueber die Umlaufsgänge der bedingten Wendeln ist hier noch eine Bemerkung anzuknüpfen: Es leuchtet ein, dass diese nicht in Einem, sondern sämmtlich erst in mehreren Cyclen der Grundwendel ihre Beendigung finden können, da sie bei gleicher Anzahl der Glieder sämmtlich in grösseren Distanzen fortschreiten. Eine abgeleitete Wendel wird ihren

Umlaufsgang in so viel Cyclen der Grundwendel vollenden, als die Distanz, nach der sie geht, grösser ist, als die der Grundwendel, oder, was dasselbe ist, so vielzählig die Wendeln vorhanden sind, in soviel Cyclen der Grundwendel vollenden sie einmal ihren Gang.

Zuletzt ist uns jetzt auch das Verhältniss des Fallens und Steigens der Reihen, oder die Grade ihrer Steilheit, durch das gefundene Verhältniss der Divergenzen zu den Distanzen leicht bestimmbar, denn das Verhältniss der Steilheit verschiedener Linien ist gegeben durch das bekannte Verhältniss ihrer gleichzeitigen horizontalen und vertikalen Fortbewegung. Wir erhalten also das relative Steigen (die Elevation) der Reihen, indem wir ihre Distanzen durch ihre Divergenzen dividiren (oder umgekehrt ihre relative Inclination, wenn wir das Umgekehrte thun):

$$0/21,\ 1/13,\ 1/8,\ 2/5,\ 3/3,\ 5/2,\ 8/1,\ 13/1,\ 21/0 =$$
$$0,\ 1/13,\ 1/8,\ 2/5,\ 1,\ 5/2,\ 8,\ 13,\ \infty$$

Aus dieser Reihe der relativen Elevationen, oder, rückwärts genommen, der relativen Inclinationen sehen wir eine merkwürdige Symmetrie des Fallens der Reihen nach der einen und des Steigens derselben nach der andern Seite. Die Mitte nimmt in unserm Fall die 3zählige Wendel ein, welche somit die flacheren und steileren Wendeln scheidet. Setzen wir die Divergenztheile den Distanztheilen, d. h. die Intervalle den Interstitien gleich, so wird diese mittlere Wendel zugleich für den Anblick die am meisten in die Augen fallende sein; sind aber die Distanztheile kleiner als die Divergenztheile (wie dies bei unsern Zapfen der Fall ist), so wird die grösste Sichtbarkeit auf eine der steileren Wendeln übergehen; sind sie grösser, auf eine der flacheren. Da wir jedes folgende Glied unserer Reihe für die relative Elevation erhalten durch Addition der Zähler (der relativen Höhen) und Subtraktion der

Nenner (der Grundlinien der Elevationsparallelogramme) der beiden vorausgehenden Glieder, so muss jede folgende Blattreihe in diagonaler Richtung zwischen den zwei vorausgehenden flacheren aufsteigen, bis endlich die letzte Diagonale zur senkrechten Linie (Zeile) wird. Darin zeigt sich hauptsächlich die wunderbare Regelmässigkeit der Anordnung der Blattreihen! — Taf. XXII. Fig. 3. zeigt dies Verhältniss an einer einfacheren Blattstellung, die hier nur deshalb gewählt ist, um eine zu grosse Verwickelung der Linien zu vermeiden. Ganz auf gleiche Weise, wie bei der Stellung unter 8/21 Div., können wir bei ihr die ganze Composition aus der Div. 3/8 entwickeln; hier soll uns jedoch nur das Verhältniss der gegenseitigen Richtung der Blattwendeln beschäftigen. Man wird sich die genannte Figur aus dem Vergleich mit Taf. XX. erklären können; eben so wie dort ist auch hier die Blattstellung auf eine Ebene ausgebreitet. Die beiden Endpunkte der Grundlinien muss man sich aneinanderstossend vorstellen, so dass auch die doppelt vorhandene Zahl 2 nur als Eine und dieselbe gedacht werden darf. Wie die Div. 3/8 anzeigt, ist die Grundlinie in 8 Intervallen, und der Höhenraum des Cyclus (der Linie von 1 bis 9) in eben so viele Interstitien abgetheilt. Die Zahlen geben die Stellen und das Successionsverhältniss der kritischen Blätter an. Die Linien von 1 zu allen Zahlen sind die ersten Abschnitte aller bei dieser Stellung vorhandenen Blattreihen. Von 1 nach 2 gibt es, je nach der grossen oder kleinen Divergenz, 2 verschiedene Wege; als Diagonale eines nach diesen beiden (dem langen und kurzen Weg der Grundwendel) construirten Parallellogramms sieht man die Linie von 1 nach 3, den ersten Abschnitt der 2zähligen Wendel. Zwischen diesem und dem kurzen Weg der Grundwendel ist die Linie von 1 nach 4, welche einen Abschnitt der 3zähligen Wendel angibt, die Diagonale. Zwischen

den Abschnitten der 3zähligen und 2zähligen Wendel abermals in diagonaler Richtung sieht man die Linie von 1 nach 6, in der wir die 5zähligen Wendel erkennen. Diagonal zwischen den Abschnitten der zwei steilsten Wendeln sieht man endlich die Linie von 1 nach 9, welche einer der 8 Zeilen dieser Stellung angehört.

Nachdem wir nun die Blattstellung der zwei bisher untersuchten Zapfen so ziemlich von allen Seiten betrachtet, und als das Wichtigste und allein die vollkommene Bestimmung enthaltende Ergebniss unserer Untersuchung, die gefundene Divergenz aufgestellt haben, müssen wir uns nach dem nächsten Weg, auf dem wir im vorliegenden Falle zur Auffindung der Divergenzen hätten gelangen können, umsehen, damit wir nicht bei Bestimmung anderer und noch complicirterer Fälle durch ein ähnliches Labyrinth uns durchzuwinden haben. Da die Bestimmung der Divergenz die eines Winkels ist, so sollte man wohl die wirkliche Messung jenes Winkels, den je zwei aufeinanderfolgende Blätter in der ebenen Projektion bilden, für die kürzeste Art, die Divergenz aufzufinden, halten. Aber abgesehen von der Schwierigkeit des Geschäfts einer Winkelmessung, bei der es auf Theile von Sekunden ankommt, und der Unbequemlichkeit, das Maass des so gefundenen Winkels in einen uns allein belehrenden Bruch zu verwandeln, erscheint uns schon dadurch, dass jede zufällige Entstellung der Ordnung der Blätter, ja selbst die geringste Abbeugung von ihrer wahren ursprünglichen Richtung auf die Richtigkeit einer solchen Winkelbestimmung störenden Einfluss haben müsste, die Erreichung eines genauen Resultats auf diesem Wege unmöglich, zumal wenn wir sehen, in welchem geringen Unterschied des Winkels ein uns wichtiger Unterschied der Blattstellung begründet sein kann. Die Div. 8/21 ist gleich einem Winkel von 137° 8′ 34 2/7″; ver-

gleichen wir nun damit die Divergenz der Blätter bei einigen andern Blattstellungen, die wir nachher kennen lernen werden, nämlich

$$13/34 = 137° 38' 49\,7/17''$$
$$21/55 = 137° 27' 155/11''$$
$$34/89 = 137° 31' 41\,11/89''$$
$$55/144 = 137° 30'$$

so leuchtet uns vollkommen die Eitelkeit eines solchen Beginnens ein, zu dem schon die Möglichkeit des Versuchs in allen den Fällen abgeschnitten ist, wo die Aufeinanderfolge der Blätter nicht unmittelbar, sondern selbst erst aus der gefundenen Bestimmung der Blattstellung gefunden werden kann. Wir müssen also auf Mittel sinnen, wie wir ohne Messung aus irgend andern gegebenen Anhaltpunkten die Grösse des Winkels erschliessen und zur schnellen und sichern Bestimmung der Div. gelangen können.

Auf mittelbare Weise lässt sich die Div. zunächst, wie wir schon früher gethan haben, bestimmen aus der gegebenen Anzahl der Glieder des Cyclus einer Blattstellung durch die Anzahl der Umläufe, indem sie stets so viele Theile der nach der Anzahl der Glieder eingetheilten Kreissfläche betragen muss, als die Anzahl der Umläufe anzeigt. Diese einfachste Art, die Bestimmung der Div. zu vermitteln, wird in allen den Fällen anwendbar sein, wo die Blätter in so beträchtliche Entfernung auseinander gehoben sind, dass die Grundwendel sich ohne grosse Mühe verfolgen lässt. Hätten wir die Untersuchung der Blattstellung mit *Isatis tinctoria* angefangen, die in der Anordnung ihrer Stengelblätter dieselbe Divergenz zeigt, wie die Schuppen unserer Zapfen, so hätten die falschen Wendeln uns niemals in der Irre herumgeführt, denn dort ist ihrer keine so leicht sichtbar als die Grundwendel selbst. Wenn aber in anderen Fällen die Grundwen-

del nicht so leicht verfolgt werden kann, ja wenn sie unmittelbar durchaus nicht zu finden wäre, sollten wir dann nicht aus den der unmittelbaren Betrachtung allein zugänglichen sekundären Wendeln auf die primäre, aus den bedingten auf die bedingende schliessen können? — Wir haben im Vorhergehenden den gesetzlichen Zusammenhang der Compositionsverhältnisse aller Blattreihen betrachtet; wir wissen, dass die Divergenz jeder nächstbedingten Blattreihe die Differenz der Divergenzen der zwei vorausgehenden ist: sind uns also nur irgend zwei benachbarte Glieder aus der Reihe aller Divergenzen gegeben, so können wir einerseits durch Addition, anderseits durch Subtraktion die ganze Reihe herstellen, und somit die Div. der Grundwendel aus den gegebenen Divergenzen zweier abgeleiteten leicht bestimmen. Diese Art zur Bestimmung der Div. der Grundwendel zu gelangen, liesse sich in den vielen Fällen anwenden, in denen die Div. der zwei auffallendsten Wendeln sich leicht aufsuchen lässt. Allein in einer Menge anderer Fälle ist selbst die Div. der abgeleiteten Wendeln der Bestimmung unzugänglich, so dass wir auch bei dieser Art, die Div. der Grundwendel und somit die Bestimmung der Blattstellung zu finden, nicht stehen bleiben dürfen. Jene hinderlichen Fälle treten überall da ein, wo die Blattstellung nicht so weit fortgesetzt ist, dass die der Untersuchung zugänglichen Wendeln die Beendigung ihrer Cyclen erreichen. Wenn z. B. von der $8/21$ Stellung nur zwei Umlaufsgänge der Grundwendel gegeben wären, so wäre es ja unmöglich, die Div. der 5zähligen und 8zähligen Wendeln, die erst in 5 und 8 Cyclen der Grundwendel ihre Periode zurücklegen, zu bestimmen. Auf diese Schwierigkeit stossen wir bei allen kürzeren Zapfen, bei den Involucren der Cynareen und Corymbiferen und in andern Fällen, in denen die wirkliche Entfernung der Blätter möglichst gering und die

Achse äusserst kurz ist. In solchen Fällen bleibt uns gar nichts übrig, woran wir uns halten und wovon wir ausgehen könnten, als die allein, aber auch in den verwickeltsten Fällen, meist noch zu findenden Coordinationszahlen einiger Blattwendeln. Nun lässt sich zwar, wenn zwei benachbarte Glieder gegeben sind, wenn uns z. B. bei unserm Zapfen bloss die Anzahl der 5zähligen und 8zähligen Wendeln bekannt wäre, die Reihe der Coordinationszahlen nach beiden Seiten entwickeln:

0, 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55, . . .

allein sie ist nur nach Einer Seite geschlossen, nach der andern bleibt sie so lange unbegrenzt, bis durch die gegebene Anzahl der Zeilen das letzte Glied bestimmt wird. Die Zeilen müssen hier jedesmal den Ausschlag geben. Allein die wirkliche Abzählung der Zeilen ist in vielen der complicirteren Fälle fast unmöglich oder doch mit unsäglicher Schwierigkeit verbunden! Gäbe es kein Mittel, der Reihe der Coordinationszahlen auch ohne Zählung der Zeilen ihre Schranke zu setzen? Gewiss! es reicht ja hin, wenn wir bestimmen, wievielerlei steilere Reihen auf die abgezählten noch folgen; denn durch die Bestimmung der Anzahl der in der Reihe der Coordinationszahlen noch folgenden Glieder ist ja dieser ihr Ende festgesetzt, und die Anzahl der Zeilen auch ohne Zählung gefunden. Wenn wir z. B. an unserem Zapfen sehen, dass nach der 5- und 8zähligen Wendel noch zwei steilere Blattreihen, die senkrechte mit eingerechnet, folgen, so wissen wir, dass wir die Reihe der Coordinationszahlen mit 21, der Zahl der Zeilen, schliessen müssen. Wie können wir aber aus der somit vollständig gegebenen und beiderseits begrenzten Reihe der Coordinationszahlen auf die Div. der Blattstellung schliessen? — Die Anzahl der Mitreihen ist, wie wir früher sahen, bedingt durch ihre Sprungzahl, ihre Distanz; also ist uns in

der Reihe der Coordinationszahlen auch die Reihe sämmtlicher Distanzen gegeben, wenn wir ihnen nur den gemeinschaftlichen Nenner geben, welchen uns das letzte Glied, die Zahl der Zeilen, welche gleich ist der Zahl der Interstitien, anzeigt. Da aber die Reihe der Distanzen in ihrer Umkehrung die Reihe der Divergenzen ist, so haben wir jetzt für unseren vorliegenden und alle ähnlichen Fälle das Mittel gefunden, aus der blossen Angabe zweier aufeinander folgender Coordinationszahlen und der Bestimmung der Anzahl der in der Reihe derselben noch folgenden Glieder die wesentliche Natur der Blattstellung zu erschliessen. In wiefern diese Bestimmungsweise für alle Blattstellungen gilt, oder für verschiedene Klassen derselben abgeändert werden muss, werden spätere Untersuchungen zeigen.

Diess ist nun das leichte und sichere Mittel, welches uns in den Stand setzt, die Blattstellung in ihre verwickeltsten Verhältnisse zu verfolgen; ein Mittel, durch welches wir mit Leichtigkeit in einigen Sekunden Aufgaben lösen, die uns früher mit unübersteiglichen Schwierigkeiten verbunden schienen.

Hierauf gründet sich auch das Verfahren, welches man beobachtet, um die schwierigeren und verwickelteren Blattstellungen zu zeichnen. Man legt sich nämlich zuerst ein Gerüste aus zweierlei sich durchkreuzenden Linien an, um Felder für alle Schuppen zu erhalten. Man wählt zu diesem Behuf die mit den Gränzlinien der Schuppen möglichst gleichlaufenden Wendeln. Hat man die Zahl und Richtung bei Ziehung dieser zweierlei sich schneidenden und Felder bildenden Linien genau beobachtet, so müssen dadurch auch alle andere Reihen (man betrachtet gewöhnlich die senkrechten um die Genauigkeit des Entwurfs zu prüfen) in ihre richtigen Verhältnisse eingesetzt werden. Ich habe um diess zu

zeigen, auf Taf. XXII. die Gerüste der zwei Zapfen gegeben, die Taf. XIX. Fig. 1. und 2. vorgestellt sind. Bei Fig. 1. sind wegen der breiteren Schuppen die 3- und 5zähligen, bei Fig. 2. wegen der schmaleren die 5- und 8zähligen Wendeln zum Gerüste gewählt. An den durch diese zweierlei Linien gebildeten Feldern kann man alle verschiedene Reihen verfolgen.

Doch fast allzulange hat uns die Betrachtung eines einzelnen Falles von der vergleichenden Untersuchung, die uns allein die wahren Aufschlüsse geben kann, zurückgehalten. Jetzt, nachdem wir die Mühseligkeiten des ersten Suchens überwunden, das für die Bestimmung der Blattstellung Wesentlichste erkannt, und die Mittel es zu finden gewonnen haben, wird es uns leicht sein, unsere Untersuchung weiter auszubreiten, um zu erfahren, welche Stelle wir dem gefundenen einzelnen Fall unter allen vorkommenden anzuweisen haben, und so, das Besondere im Ganzen begreifend, zu allgemeinen Ergebnissen zu gelangen. Allein dieses Ziel ist noch fern und der Weg weit und ungebahnt. Darum, damit wir nicht, im Weiten verirrend, das Ziel eher verlieren, als uns ihm nähern, wollen wir von dem eingeschlagenen, langsam fortschreitenden Gang nicht sogleich abspringen, und lieber eine kurze Strecke sicher zurücklegen, als in vorschnellem Lauf in einem so grossen Irrgarten uns verlieren. Ganz von selbst werden wir in die vergleichende Untersuchung hineingezogen werden, wenn wir, um uns von der Beständigkeit oder Unbeständigkeit des gefundenen Verhältnisses zu unterrichten, eine Vergleichung vieler derselben Art angehöriger Zapfen vornehmen. Unter den Zapfen der Weisstanne wird es uns hiebei nicht leicht gelingen, Abweichungen von der gefundenen Stellung zu finden; die etwa vorkommenden aber werden übereinstimmen mit den bei der Rothtanne auftreten-

den Abänderungen. Diesen wollen wir daher vorzugsweise und mit allem Eifer nachgehen.

Die erste Abänderung die wir bemerken, ist die bei verschiedenen Zapfen derselben Art verschiedene Wendung der Spiralen, welche wir jedoch hier übergehen und auf die im Anhang zusammengestellten Beobachtungen verweisen. Auch die von der blossen stärkeren oder geringeren Dehnung der Achse des Zapfens herrührenden Modificationen, als: grössere Dichtigkeit oder Schlaffheit in der Zusammenstellung der Schuppen, stärkeres Hervortreten bald der einen, bald der anderen sekundären Wendel etc. übergehen wir, und kehren uns bloss an die etwa sich zeigenden wesentlichen, also in einer Verschiedenheit der Divergenz begründeten Abweichungen. Welchen Nutzen bringt uns aber eine so beschwerliche Untersuchung, wenn wir am Ende derselben doch die Unbeständigkeit des Verhältnisses, welches festzustellen wir uns so lange bemüht haben, einzugestehen genöthigt sind? So könnte man wohl fragen in einer Art Unwillen über die Vielbeweglichkeit der Natur, welcher mit beharrlicher Hingebung zu folgen der menschliche Geist so oft ermüdet. Die Antwort auf diese Frage kann eigentlich nur die Untersuchung jenes Wechsels selbst geben. Wenn wir es aber recht bedenken, sollte uns nicht der Wechsel der Verhältnisse vielleicht noch lehrreicher werden können, als die Beständigkeit selbst? Ist es nicht bei morphologischen Untersuchungen ebenso? Nicht da, wo die Entwickelung sicheres Gangs, in immer gleichen Sprüngen fortschreitend, die Formationen scharf geschieden hält, sondern da, wo sie schwankend und in grösserem Spielraum sich bewegend, mannichfaltige Uebergangsgebilde hervorbringt, wird die Wahrheit der Metamorphose uns offenbar. So wollen wir denn auch über die Schwankungen der Blattstellung nicht verzweifeln,

sondern getrost an die Untersuchung gehen; denn nicht bloss darum suchen wir die Gesetze der Blattstellung zu enträthseln, damit sie der Unterscheidung der Species oder der Charakterisirung der Familien dienen, vielmehr haben sie als Grundlage allgemeinerer Wissenschaft, auch ohne Bezug auf den unterscheidenden und ordnenden Theil der Botanik ihren Werth und ihre Bedeutung. Wie gross aber — positiv und negativ — der Einfluss sein wird, den die Erforschung der Gesetze der Blattstellung rückwärts auf jene Theile der Wissenschaft üben wird, kann nur die Zukunft lehren. Die Art und Weise jenes Wechsels der Blattstellung, die Ausdehnung und die Grenzen ihres Variirens zu erforschen, und so das Beständige im Unbeständigen zu finden, soll unser Bestreben sein. Mögen auch die scheinbar unzusammenhängenden Verhältnisse, auf die wir nicht selten bei derselben Species stossen werden, uns anfangs noch so sehr verwirren und abschrecken, so wird doch gewiss eine beharrliche Verfolgung des Gegenstandes die scheinbare Verwirrung zu lösen und den anfänglichen Schreck in freudige Bewunderung der Natur zu verwandeln, im Stande sein.

Wir begeben uns also jetzt an die Vergleichung einer möglichst grossen Menge von Zapfen der Rothtanne, um zu erfahren, in wie weit das gefundene Verhältniss sich bewährt, oder wie unsere Bestimmung für diese Species erweitert und ergänzt werden muss. Die Häufigkeit und Mannichfaltigkeit der uns bei dieser Untersuchung aufstossenden Abweichungen nöthigt uns, sie vorerst zu sichten und in mehrere Abtheilungen zu bringen, um sie nicht in verwirrender Vermengung, sondern geordnet nach und nach uns vorzuführen. Als die erste Gruppe betrachten wir alle die Fälle, für die wir bei Abzählung der sekundären Wendeln zwar die schon bekannte Reihe der Coordinationszahlen, aber eine andere

Begrenzung derselben finden werden. Sodann lassen wir die Fälle folgen, bei welchen bloss die Anzahl der Zeilen von der vorigen Reihe der Coordinationszahlen abweicht, und endlich als die zwei letzten Gruppen diejenigen, bei denen wir ganz andere Reihen der Coordinationszahlen auffinden, nämlich die Reihen:

1, 3, 4, 7, 11, 18, 29, 47, . . .
und 0, 2, 2, 4, 6, 10, 16, 26, 42, . . .

Die Abweichungen der 1sten Gruppe sind nicht nur die häufigsten, sondern auch die uns am leichtesten verständlichen. Wir finden nämlich, dass nach den am leichtesten abzählbaren 5- und 8zähligen Wendeln nicht immer schon die zweite folgende Blattreihe die senkrechte ist, sondern oft erst die dritte, zuweilen erst die 4te, also dass wir nicht mit 21 die Reihe der Coordinationszahlen beschliessen dürfen, sondern, um 1 oder 2 Glieder weiter gehend, 34 oder 55 als die letzte Zahl, die Zahl der Zeilen, erhalten. Diese Veränderung der Blattstellung muss natürlich in einer Veränderung der Divergenz begründet sein. Stellen wir nun aus der bekannten Reihe der Coordinationszahlen die der Distanzen und Divergenzen dar:

I. 0, 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34
34, 21, 13, 8, 5, 3, 2, 1, 1, 0

34

II. 0, 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55
55, 34, 21, 13, 8, 5, 3, 2, 1, 1, 0

55

so erhalten wir auch für den ersten Fall die Div. $\frac{21\ V\ 13}{34}$ demnach eine Blattstellung, deren Cyclus nach dem kurzen Weg mit 34 Gliedern und 13 Umläufen vollendet wird, und

für den zweiten die Div. $\frac{34\ V\ 21}{55}$, also eine Blattstellung mit 55 Stellen auf 21 Umläufen der Grundwendel. Geben wir uns die Mühe, die bei diesen beiden Stellungen vorhandenen geraden Zeilen wirklich zu zählen, oder die Grundwendel nach ihren Stellen und Umläufen zu verfolgen, so werden wir uns in der That von der Richtigkeit unseres Calculs überzeugen. Ein leichteres Mittel dazu ist uns aber die Bezifferung nach den dazu bequemsten Reihen, welche uns zeigen wird, dass in diesen Fällen nicht mehr das 22ste Blatt, sondern in dem einen das 35ste, in dem andern das 56ste senkrecht über das erste fällt. Diess sehen wir auf Taf. XXIII., wo sich Zapfen dieser Art abgebildet finden. An Fig. 2. stehen die Schuppen unter 13/34 Div., weshalb die 35ste, 69ste, 103te etc. mit der ersten in senkrechter Linie stehen, die 22te aber mit der 1sten eine schiefe Reihe, also eine sehr steile Wendel einleitet; an Fig. 3. sind sie unter 21/55 Div. gestellt, so dass nicht nur die 21zählige Reihe, sondern auch die 34zählige noch schiefe Richtung zeigt, und erst die zwischen beiden liegende 55zählige vollkommen senkrecht befunden wird. Wären die in beiden Fällen nur wenig von der senkrechten Richtung abweichenden 21zähligen Reihen wirklich senkrecht, so hätten wir, da alle andern Wendeln in der gleichen Anzahl vorhanden sind, die zuerst gefundène 8/21 Stellung wieder. Die sehr geringe Abbeugung der 21zähligen Reihen von der senkrechten Richtung, worin der Unterschied unserer zwei gefundenen neuen Blattstellungen liegt, lässt uns auf einen entsprechend geringen Unterschied der Div. schliessen. Die Berechnung zeigt diess: 13/34 ist nur um 1/714 grösser als 8/21; 21/55 aber wieder um 1/1870 kleiner, also von 8/21 nur um 1/1155 entfernt.

Eine sehr geringe Drehung der Achse des Zapfens, der Richtung der 13zähligen Wendeln entgegen, wäre hinreichend die 8/21 Stellung in 13/34 Stellung zu verwandeln, und eine noch unbedeutendere Rückwärtsdrehung würde 21/55 Stellung hervorbringen. Dass aber nicht eine wirkliche, etwa zufällige, Verdrehung Ursache dieser Verschiedenheit ist, davon überzeugt uns die genaue Beobachtung besonders ganz junger Zapfen, welche schon dieselben Abänderungen der Blattstellung zeigen, ferner die Häufigkeit und das bestimmte Verhältniss des Vorkommens dieser Fälle, die Bestimmtheit in den Graden dieser scheinbaren Drehung, und endlich, wie die Folge zeigen wird, die Analogie. So haben wir bis jetzt drei wirklich verschiedene aber äusserst nahe verwandte Blattstellungen an den Zapfen derselben Species gefunden. Die Verwandtschaft dieser drei Stellungen ist so gross, dass man sie für leichte Modificationen Eines und desselben Grundverhältnisses halten könnte, deren Verschiedenheit sich von einem kleinen Spielraum, der der Divergenz gelassen wäre, herschriebe. In dieser Ansicht könnte uns auch noch das nicht selten zu bemerkende Uebersprungen einer dieser Stellungen in die andere bestärken. Einen solchen Fall, der zwei Stellungen vereinigt, zeigt Taf. XXIII. Fig. 1., an welcher die 21zähligen Reihen am unteren Theile des Zapfens gerade sind, am obern aber, schief werdend, neue, die 34zähligen Reihen, in die senkrechte Richtung treten lassen. Zuweilen geht die 8/21 Stellung auch am oberen Theile des Zapfens in 21/55 Stellung über.

Auf den wesentlichen Zusammenhang dieser drei Blattstellungsfälle musste uns schon bei der Aufsuchung derselben die Uebereinstimmung der Coordinationszahlen aufmerksam machen. Die Möglichkeit der beliebigen Fortsetzung der ihnen gemeinschaftlichen Reihe der Coordinationszahlen er-

weckt in uns die Idee einer Reihe gesetzmässig unter sich zusammenhängender Blattstellungsweisen, von denen jede folgende nur eine weitere Veränderung der vorausgehenden, nur eine verwickeltere Erscheinung des auch in den vorhergehenden herrschenden Grundverhältnisses wäre. Stellen wir uns die Reihe der Coordinationszahlen wieder vor Augen:

0, 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55, 89, 144, . . .

so vermuthen wir, dass, wo wir auch in dieser Reihe einhalten oder einen Abschnitt machen, die vorausgehenden Zahlen jedesmal die Coordinationszahlen zwar immer einer anderen, aber doch stets einer in derselben Linie der Verwandtschaft mit den übrigen liegenden Blattordnung sein werden.

Die Schlusszahl der Reihe würde uns jedesmal die Anzahl der Zeilen anzeigen, und da wir jede Zahl der Reihe zur Schlusszahl machen können, so hoffen wir zu den bereits gefundenen 21-, 34- und 55zeiligen Blattstellungen nicht nur noch verwickeltere 89-, 144- etc. zeilige, sondern auch einfachere 13-, 8-, 5-, 3- und 2zeilige Blattstellungen zu finden. Die Bemerkung, dass bereits am untersten Theile einiger der kleinsten Zapfen der Rothtanne die 13-zähligen Schuppenreihen auf eine kurze Strecke fast oder wirklich senkrecht sind, bekräftigt uns in dieser Erwartung. Verhält es sich, wie wir vermuthen, so sehen wir in der Reihe der Coordinationszahlen zugleich die entscheidenden Zahlen für ebensoviele verschiedene, aber durch ein Band natürlicher Verwandtschaft verknüpfte Blattstellungen, und es wird uns diese Reihe auch eine Reihe für die Coordination der Blattstellungen, indem durch sie die verwandten aneinander gereiht werden. Die für irgend eine Blattstellung letzte Zahl der Reihe, ihre Schlusszahl, die Zahl ihrer Zeilen, ist offenbar die für ihre Besonderheit entscheidende. Jede Blattstellung begreift aber alle ihrer Schlusszahl vorausgehenden, die

in andern Fällen Schlusszahlen anderer Stellungen sein können, als untergeordnete Coordinationszahlen in sich. Da nun diese Zahlen sämmtlich die Anzahl gleichlaufender Blattreihen angeben, als Schlusszahlen senkrechter, als untergeordnete Zahlen schiefer, spiraliger: so sieht man daraus, dass die verschiedenen untergeordneten Wendeln jeder Blattstellung eigentlich dasselbe sind mit den Zeilen der verwandten einfacheren Blattstellungen, nur in schiefe Richtung gekommen, gleichsam verdreht, und dadurch untergeordnet. Diess gibt ihnen erst ihre wahre Bedeutung und Wichtigkeit. Daher kann man von jeder solchen Blattstellung sagen, sie enthalte alle anderen ihr in der Reihe vorausgehenden in sich, nur in einem niedergebeugten, untergeordneten Zustande. Könnten wir alle diese von der senkrechten Richtung abgeneigten Reihen, die Unterordnung zur Hauptordnung machend, nacheinander aufrichten, so würden alle jene vorausgehenden Blattstellungen entstehen; die complicirteren Verhältnisse verschwänden, und wir würden auf immer einfachere zurückkommen. So hat z. B. die 21/55 Stellung 34-, 21-, 13-, 8-, 5-, 3- und 2zählige untergeordnete Reihen an sich. Wären von diesen die 34zähligen senkrecht, so hätten wir 13/34 St.; wären es die 21zähligen, so hätten wir 8/21 St., und so entstünden auch durch Senkrechtstellung aller übrigen die uns noch unbekannten 13-, 8-, 5-, 3- und 2zeiligen Blattstellungen dieser Reihe. Wären unsere Zapfen weich und biegsam, so könnten wir durch abwechselndes geringeres und immer stärkeres Hin- und Herdrehen alle Stellungen an ihnen hervorbringen, welche der ihrigen nach der Reihe der Coordinationszahlen vorausgingen, bis wir endlich, diess wären die Extreme der Drehung, nach der einen Seite auf eine 3zeilige, nach der andern auf eine 2zeilige Blätterordnung gekommen wären. Bei manchen Kätzchen und Aehren mit sehr biegsa-

mer Achse kann man diese Verwandlungen wirklich bis auf einen gewissen Grad ausführen. Doch ehe wir diesen merkwürdigen Verhältnissen weiter nachgehen, wollen wir uns überzeugen, ob wir diese in der Reihe der Coordinationszahlen übereinstimmenden Blattstellungen auch wirklich bei verwandten Pflanzen auffinden, und desshalb noch vor der Betrachtung der weiteren Abänderungen der Blattstellung am Zapfen der Rothtanne zur Vergleichung anderer Species übergehen. Die Reihe aller der Blattstellungen, die wir aus der verschiedenen Begrenzung derselben Reihe von Coordinationszahlen erhalten, ist folgende:

$0/1$, $1/2$, $1/3$, $2/5$, $3/8$, $5/13$, $8/21$, $13/34$, $21/55$, $34/89$, $55/144$, . . .

In diese Reihe gehören nun wirklich die normalen Stellungsverhältnisse der Schuppen an den Zapfen aller *Pinus*-Arten, deren Vergleichung mir möglich war, und zwar trifft man bei ihnen theils dieselben Stellungen wieder, die wir bei der Weiss- und Rothtanne gefunden, theils Stellungen, die den vorausgehenden Gliedern der Reihe entsprechen. Da $21/55$ das letzte Glied der Reihe ist, welches ich an Tannenzapfen aufgefunden habe, so wollen wir mit diesem anfangend in rückschreitender Ordnung die Stellungen dieser Reihe nachzuweisen suchen:

1) $21/55$. Dieses Verhältniss, das wir schon am Zapfen der Rothtanne kennen gelernt, findet sich wieder bei *Pinus Pinaster* (Taf. XXV. Fig. 2.)

2) $13/34$ findet sich wieder am Zapfen von *P. sylvestris* (Taf. XXVI. Fig. 16.), *Pumilio*, *montana*, *resinosa*, *halepensis* und zuweilen, jedoch nur als Seltenheit, bei *P. Strobus*, *Larix* und *alba*. Am Zapfen von *P. rigida* fand ich dieses und das vorhergehende Verhältniss vereinigt, indem die am untern Theile des Zapfens dichter zusammengedrängten Schup-

pen 21/55 Div., die oberen nur 13/34 Div. zeigten (Taf. XXIV. Fig. 5.).

3) 8/21, die am Zapfen der Weiss- und Rothtanne und zwar bei ersterer fast ausschliesslich, bei letzterer vorherrschend häufig vorkommende Stellung, findet sich auch bei *P. Cembra* (Taf. XXIV. Fig. 4.), *P. Larix* (Taf. XXVI. Fig. 9.); ferner als der häufigere Fall bei *P. pendula*, als der seltnere bei *P. Strobus*, *alba*, *slyvestris*, *resinosa*, *halepensis*.

4) 5/13 haben wir schon früher als Div. der Schuppen am Grunde einiger kleiner Zapfen von *P. Picea* bemerkt. Normal findet sich diese Stellung an *P. Strobus* (Taf. XXIV. Fig. 1, 2, 3.), *alba* (Taf. XXVI. Fig. 13.), *canadensis* (ib. Fig. 5, 6. und 7.), und als seltenes Vorkommen auch bei *P. Larix*.

5) 3/8 habe ich nur an einem einzigen Zäpfchen von *P. canadensis* gefunden (Taf. XXVI. Fig. IV.).

6) 2/5 endlich ist die Div. der Schuppen an den Zäpfchen von *P. microcarpa*, denen, als den kleinsten und armblättrigsten unter allen, auch die einfachste Stellung der Blätter zukommt. Eine Ordnung der Schuppen nach der Div. 1/3 und 1/2 oder gar 0/1, welches 1zeilige Blätter ohne allen seitlichen Abstand sein müssten, kommt bei den Zapfen der *Pinus*-Arten nicht vor.

Nachdem wir nun (mit Ausnahme der ersten) alle Glieder der Reihe bis zu einer gewissen von der Natur gesetzten Grenze als wirklich bei den Tannen-, Fichten- und Lerchenzapfen vorkommende Blattstellungsverhältnisse nachgewiesen und in der Art ihres Vorkommens einen natürlichen Zusammenhang wahrgenommen haben, entsteht die Frage, worin eigentlich die Verwandtschaft dieser Stellungen beruhe, welche ihre gemeinsame Natur und wie die Art ihres Zusammenhanges sei. Verwandtschaft beruht auf gemeinsamem Ursprung und zeigt sich als wesentliche Aehn-

lichkeit. Der Untersuchung über die Verwandtschaft der Blattstellungen kommt es also zu, aufzusuchen, worin diese sich ähnlich sein können und welche Vergleichungspunkte die wesentlichsten sind; sie muss ferner den Ursprung der Blattstellungen zu erforschen suchen, um das Gemeinschaftliche oder Verschiedenartige ihrer Abkunft zu beurtheilen, die Grade ihrer Abstammung und die Linien ihrer Verwandtschaft zu finden. Was die Aehnlichkeit der Blattstellungen betrifft, so kann diese gesucht werden:

1) in der Anzahl der Glieder, welche ein Umlaufsganzes bilden. Dass hierin die bemerkte natürliche Verwandtschaft der bei den Coniferen gefundenen Blattstellungen nicht beruhe, zeigen die Sprünge in der Anzahl der Glieder, z. B. von 21 auf 34, welche um so grösser werden, je weiter wir in der Reihe fortschreiten, während umgekehrt nach den Beobachtungen an den Coniferen, dass die complicirteren Blattstellungen am leichtesten in einander übergehen, der Grad der Verwandtschaft immer mehr zuzunehmen scheint. Ja, wenn diese einzig von der Zahl der Glieder abhienge, so müssten wohl Blattstellungen, welche sich darin ganz gleich und nur in der Anzahl der Umläufe verschieden verhielten, wie z. B. die mit $0/13$, $2/13$, $3/13$, $4/13$, $5/13$ und $6/13$ Div., die allerverwandtesten sein. Bei unserer bisherigen Beobachtung haben wir nichts bemerkt, was dafür spräche.

2) Kann die Aehnlichkeit beurtheilt werden nach der Anzahl der Umläufe, in welchen verschiedene Blattstellungen ihre Cyclen vollenden. Dass auch hierin die beobachtete natürliche Verwandtschaft der gefundenen Reihe von Blattstellungen nicht beruhen kann, zeigen die in der Zahl der Umläufe ebenso, wie bei der Zahl der Glieder, vorkommenden Sprünge. Wäre es aber so, so müssten Blattstellungen mit gleicher Anzahl der Umläufe die grösste Verwandtschaft

haben, so z. B. die nach den Div. $2/5$, $2/7$, $2/9$, $2/11$ u. s. w. Unsere bisherige Erfahrung hat uns eine solche Art der Verwandtschaft noch nicht gezeigt.

3) Kann die Aehnlichkeit in der Grösse der Divergenz der Blätter gesucht werden. Ob wir nun gleich schon früher bemerkt haben, dass der Unterschied der Divergenzen der in der Reihe weiter zurückliegenden Blattstellungen äusserst gering ist, so ist doch bei einer Beurtheilung der Verwandtschaft nach der blossen Grösse der Divergenz nicht einzusehen, warum die Divergenzen der ersten Glieder unserer Reihe so bedeutend verschieden sind, und warum nicht überhaupt zwischen je 2 Gliedern dieser Reihe noch unendlich viele andere Uebergangsgrössen liegen. Wir können also auch in diesem Vergleichungspunkte das Wesentliche der beobachteten Verwandtschaft der Blattstellungen nicht finden. Worin könnte aber sonst noch eine Aehnlichkeit oder Unähnlichkeit der Blattstellungen gesucht werden? Es lässt sich kaum noch Etwas ersinnen. Darum war wohl nur die Einseitigkeit, in der wir die 3 aufgeführten Vergleichungspunkte betrachtet, schuld, dass sie uns zur rechten Einsicht in die Verwandtschaft der Blattstellungen nicht genügten. Die wahre Verwandtschaft kann nur auf der Aehnlichkeit aller wesentlichen Eigenschaften beruhen, und nur aus der vereinigten Betrachtung aller Beziehungen ersehen werden. Wir müssen daher

4) Die Aehnlichkeit im Ganzen zu erfassen suchen. Diese kann weder in der Zahl der Glieder allein, noch der Umläufe allein gesucht werden, weil dabei das Verhältniss beider nicht berücksichtiget wird; sie kann auch nicht in der Grösse der Divergenz allein liegen, weil diese nur die Aehnlichkeit des Verhältnisses jener beiden bedingt. Die wahre Verwandtschaft wird also wohl in Beidem, in der möglichsten Uebereinstimmung der Zahl sowohl, als auch

des gegenseitigen Verhältnisses der Umläufe und Glieder der Cyclen, also in einer totalen und nicht bloss partiellen Aehnlichkeit, ihren Grund haben. Dass sich diess wirklich so verhalte, muss die nähere Betrachtung der gefundenen Stellungsverhältnisse und der Reihe, die sie bilden, zeigen. Wir bemerken dabei Folgendes, was uns von Wichtigkeit ist:

a) Vergleicht man die aufgefundenen Blattstellungen hinsichtlich des Verhältnisses der Anzahl der Umläufe zur Anzahl der Glieder, die auf Einen Cyclus kommen, so zeigt sich, dass jede complicirtere Blattstellung hierin das einfachste Mittelverhältniss zwischen den zwei vorausgehenden einfacheren beobachtet; oder, da dieses Verhältniss ausgedrückt ist im Zähler und Nenner des die Divergenz angebenden Bruchs, dass jeder Bruch der aufgestellten Reihe unter allen möglichen, die im Werth zwischen den zwei ihm in der Reihe zunächst vorausgehenden liegen, der möglichst kleine ist. Es reiht sich also in der Verwandtschaftsfolge der Blattstellungen stets diejenige an zwei vorausgehende an, welche zwischen beiden das einfachste Mittelverhältniss der Umläufe zu den Gliedern, also dasjenige ähnliche Verhältniss festhält, bei welchem die wirkliche Anzahl der einen Cyclus bildenden Umläufe und Glieder die möglichst geringe Veränderung erleidet. Dieses einfachste Mittelverhältniss erhält man jedesmal, wenn man die entsprechenden Glieder der zu ermittelnden Verhältnisse zusammenzählt; man erhält also auch den kleinsten Bruch zwischen zwei anderen, wenn man Zähler zu Zähler und Nenner zu Nenner zählend einen neuen Bruch bildet.

$$\begin{array}{c} 1:2 \\ 1:3 \\ \hline 2:5 \end{array} \qquad \frac{1+1}{2+3} = 2/5$$

Dies ist die Art und Weise, wie in der Verwandtschaftsreihe

der bei den Zapfen gefundenen Stellungsverhältnisse jedes folgende Glied aus den zwei vorhergehenden sich darstellen lässt. Wir sehen hieraus, dass die gefundene Reihe verwandter Blattstellungen nicht eine einfache Aneinanderreihung ähnlicher Fälle, sondern eine Kette ist, in der jedes Glied, als Mittelstellung zwischen zwei vorausgehenden (nicht zwischen der vorausgehenden und folgenden), in zwei rückwärts liegende Glieder eingreift.

b) Die vollkommene Mittelstellung zwischen zwei anderen wäre aber diejenige, welche sowohl in der Zahl der Glieder, als in der Zahl der Umläufe das arithmetische Mittel hielte zwischen zweien anderen. Die mittlere z. B. zwischen einer Blattstellung mit 5 Gliedern bei 2 Umläufen und einer anderen mit 8 Gl.; bei 3 Uml. müsste 6 1/2 Gl. auf 2 1/2 Uml. stellen. Da aber ein Cyclus nur mit ganzen Umläufen vollendet werden kann, und die Glieder desselben sich nicht theilen lassen, so wird die als Beispiel gewählte Mittelstellung ihren Cyclus in 5 Umläufen und mit 13 Gliedern vollbringen. Wir erkennen in diesem Beispiel die auf 2/5 und 3/8 folgende 5/13 Stellung. Ebenso verhält es sich nun mit allen andern Stellungen dieser Reihe: ihre halben Cyclen halten in den 2 wesentlichen Stücken das arithmetische Mittel zwischen den Ganzen der 2 vorausgehenden Stellungen, ihre Ganzen also zwischen den doppelten Cyclen dieser.

$$\frac{1-1\quad -1}{2-2\,1/2-3} \text{ oder } \frac{2-2-2}{4-5-6}$$

$$\frac{1-1\,1/2-2}{3-4\quad -5} \text{ oder } \frac{2-3-\ 4}{6-8-10}$$

u. s. f. Man kann sich daher

c) jede dieser Stellungen aus der Vereinigung der 2 vorausgehenden entstanden denken, da ihr Cyclus stets soviel

Umläufe und soviel Glieder zählt, als die Summe der Umläufe und die Summe der Glieder jener beiden vorausgehenden beträgt. So kann man sich einen Cyclus der 5/13 St. als Produkt der Verschmelzung eines Cyclus der 3/8 und eines der 2/5 St. denken. Da man sich diese beiden Stellungen abermals auflösen kann in die vorausgehenden einfacheren und so fort bis auf die ersten, einfachsten Verhältnisse der Reihe, so kann man sich alle complicirteren Verhältnisse als aus der vielfachen Vereinigung jener ersten, gleichsam der Elemente für alle folgenden entstanden denken. Zerlegt man z. B. nach dieser Weise die 5/13 Stellung:

$$5/13 = \frac{3+2}{8+5} = \frac{2+2+1}{5+5+3} = \frac{1+1+1+1+1}{3+3+3+2+2}$$

so sieht man, dass Ein Cyclus derselben Aequivalent ist

einem Cyclus der 3/8 + Einem der 2/5, oder
zweien Cyclen der 2/5 + Einem der 1/3, oder
dreien der 1/3 + zweien der 1/2 Stellung.

Eine räumliche Vorstellung, wie man sich die Vereinigung zweier Blattstellungen zu einer complicirteren Mittelstellung zu denken habe, gibt die Vergleichung von Fig. 1. und 2. auf Taf. XXXVI. Fig. 1. zeigt zuerst die Aufeinanderfolge eines Cyclus der 1/2 und eines der 1/3 Stellung. Beide zusammen stellen auf 2 Umläufe 5 Glieder (so dass, wenn man dasselbe von Neuem beginnt, das 6te Blatt über das erste zu stehen kommt) aber mit ungleichen Divergenzen; denn diese beträgt dabei zweimal 1/2 und dreimal 1/3. Macht man die Winkel dieser 5 Abstände gleichgross, so wird jeder 2/5 messen, und wir erhalten dadurch das unter Fig. 2. angegebene Stellungsverhältniss, eine Blattstellung, welche soviel vollbringt, als die 1/2 und 1/3 Stellung zusammengenommen, welche also 1 + 1 Umläufe und 2 + 3 Blätter in Einen Cyclus verbindet. Ebenso ist auf derselben Tafel Fig. 3. mit Fig. 4.

zu vergleichen; erstere zeigt $1/3$ und $2/5$ St. über einander gestellt, letztere die beiden äquivalente $3/8$ St.

d) Da bei einer solchen Vereinigung zweier Blattstellungsverhältnisse nicht eine einfache Ausgleichung der Divergenz der einen und der andern Blattstellung statt findet, sondern eine Ausgleichung der bei beiden nach der Zahl der Glieder vervielfachten Divergenzen, so kann der aus dieser Ausgleichung entstehenden Div. der Mittelstellung niemals die wirkliche Mittelgrösse zwischen den Divergenzen der beiden Blattstellungen, welche vereinigt wurden, zukommen, sondern es müssen sich die Unterschiede dieser von der neuen Divergenz umgekehrt verhalten wie die Anzahl, in welcher sie bei der Ausgleichung vorhanden waren, also umgekehrt wie ihr Nenner:

$$1/2 \;..\; 2/5 \;.\; 1/3 = 15/30 \;..\; 12/30 \;.\; 10/30$$

Die Divergenz der Mittelstellung steht also in ihrer Grösse stets der Div. derjenigen der zwei Seitenstellungen näher, welche auch in der Zahl der Umläufe und Glieder die grössere Uebereinstimmung mit der Mittelstellung zeigt. Diese der Mittelstellung in der Zahl der Uml. und Gl. sowohl, als in der Grösse der Div. näher verwandte der beiden Seitenstellungen ist jedesmal die in der Reihe zunächst vorausgehende; die aber, welche hierin den grösseren Unterschied zeigt, die vorvorausgehende. Das Gesetz der Fortbildung dieser Reihe beruht also darauf, dass die Vereinigung der Verhältnisse zur Erzeugung der folgenden Glieder immer zwischen dem Mittelverhältniss und dem weniger differirenden Seitenverhältniss, also immer dem Zug der stärksten Verwandtschaft folgend, weiter geht, und so erweisst sich die Reihe der in der Natur als verwandt erkannten Blattstellungen auch durch diese Betrachtung als die der möglichst nahe verwandten.

e) Die Divergenzen der ganzen Reihenfolge von Blattstellungen, die wir an den Tannenzapfen angetroffen haben, fallen in ihrem Werth zwischen 1/2 und 1/3, die zwei primären Verhältnisse, von welchen die Reihe sich herleitet. Es zeigt sich diess bei allen genannten Blattstellungen darin, dass das dritte Blatt die Richtung des ersten noch nicht erreicht, das vierte aber sie bereits überschritten hat, also bei der spiraligen Herumzählung über das erste hinausfällt. Es kommen demnach auf Einen Umlauf stets mehr als zwei, aber weniger als drei Glieder, wie man aus den Quotienten sieht, die man durch Theilung der Anzahl der Glieder durch die der Umläufe erhält:

$$5/2,\ 8/3,\ 13/5,\ 21/8,\ 34/13,\ 55/21,\ \ldots =$$
$$21/2,\ 22/3,\ 23/5,\ 25/8,\ 28/13,\ 213/21,\ \ldots$$

Nach dieser Eigenschaft nicht vollkommen drei Glieder auf einen Umlauf zu stellen, können wir diese Stellungen unvollkommen dreiständige, und mit Beiziehung der zwei ersten primären Stellungen die Reihe der zwei- bis dreiständigen Blattstellungen nennen. Aehnliche Reihen können von 1/3 und 1/4, 1/4 und 1/5 u. s. f. ausgehend gedacht werden. Die unvollkommene Dreiständigkeit der Blätter zeigt sich bei dichtbeblätterten Stengeln, wenn man sie durchbricht, sogleich darin, dass die drei benachbarten Blätter, denkt man sich ihre Spitzen durch gerade Linien verbunden, ein gleichschenkliges, spitzwinkliges Dreieck bilden, wie wir diess schon ganz am Anfang der Untersuchung des Zapfens der Rothtanne gesehen haben. Das Auffallende dieser Figur hat Veranlassung zur Benennung einiger Pflanzen gegeben, z. B. des *Hypnum triquetrum* und *Bryum pseudotriquetrum.*

f) Bestimmt man die vorhin nach dem kurzen Weg der Blattstellung betrachteten Divergenzen nach dem weiteren Weg derselben, so sind sie sämmtlich grösser als 1/2, und

kleiner als $2/3$, an welche beiden Verhältnisse alsdann die Kette der folgenden geknüpft ist. Geht man noch weiter zurück in der Reihe der nach der grossen Div. ausgedrückten Blattstellungen, so wird man auf $1/1$ und $0/1$, die Grenzbestimmungen des Gebiets aller möglichen Brüche (s. Taf. L.) geführt.

So hebt also die Natur, wie es sich in der Folge immer mehr bewähren wird, aus dem unendlichen Spielraum aller möglichen Verhältnisse immer zu den verwandtesten fortschreitend, eine einzige Reihe, als die herrschende, hervor! Ehe wir die Betrachtung dieser Reihe verlassen, will ich noch einige in Beziehung zur Blattstellung bemerkungswürdige Eigenschaften derselben aufführen.

g) Die Differenz ihrer Glieder ist jedesmal ein Bruch, der zum Zähler 1, zum Nenner das Produkt der Nenner beider Glieder hat. Wie aus der Bildungsweise der Glieder leicht begreiflich ist, nimmt die Grösse der Differenzen mit raschen Schritten ab (siehe Taf. IL., wo die ausgezogenen Linien das Maass der dieser Reihe angehörigen Divergenzen angeben); das Gesetz ihrer Abnahme sieht man am besten, wenn man sie auf folgende Weise anschreibt:

$$\frac{1/1}{1},\ \frac{1/1}{2},\ \frac{1/2}{3},\ \frac{1/3}{5},\ \frac{1/5}{8},\ \frac{1/8}{13},\ \frac{1/13}{21},\ \frac{1/21}{34},\ \frac{1/34}{55},\ \ldots$$

In dem Maasse, in welchem die Differenzen der Glieder kleiner werden, nimmt die Innigkeit der Verwandtschaft der entsprechenden Blattstellungen zu.

h) Es geht gleichfalls aus der Bildungsweise der Reihe hervor, dass ihre Glieder abwechselnd grösser und kleiner, die angegebenen Differenzen also abwechselnd + und — sind. Die abwechselnd grösseren und kleineren Brüche kommen sich aber wegen der Abnahme der Diff. immer näher und näher, und schreiten so als 2 Curven einer Mitte zu, welche

sie nie ganz erreichen können, welche aber in jedem Gliede der Reihe annäherungsweise erreicht wird. Verwandelt man daher irgend einen dieser Brüche in einen Kettenbruch, so erhält man als Glieder desselben alle ihm in unserer Reihe vorausgehenden Brüche. Die ganze Reihe ist daher eine Reihe von Annäherungswerthen an einen unendlichen Kettenbruch, bei dem alle Quotienten = 1 sind:

$$\cfrac{1}{1+\cfrac{1}{1+\cfrac{1}{1+\cfrac{1}{1+\cfrac{1}{1+\cfrac{1}{1+\cfrac{1}{1+\cfrac{1}{1+\ldots}}}}}}}}$$

		1	1	1	1	1	1	1	.
1	0	1	1	2	3	5	8	13	.
0	1	1	2	3	5	8	13	21	.

Verändert man den ersten Quotienten in 2, so erhält man die Reihe der Divergenzen nach dem kürzeren Weg. Setzt man als ersten Quotienten 3, 4, 5, . . . so erhält man Ketten, die von 1/3 und 1/4, 1/4 und 1/5, 1/5 und 1/6, . . ausgehen. Verändert man irgend einen der folgenden Quotienten, so bedingt diess jedesmal eine von dem entsprechenden Glied der Stammkette ausgehende abweichende Reihe von Verhältnissen. Auch hieraus sehen wir wieder, dass die in der Natur gefundene Reihe von Blattstellungen die möglichst einfache und die innigste Verkettung von Verhältnissen ist, welche nur gedacht werden kann, die wahre Grundkette, nach welcher die Natur von den einfachsten zu immer ver-

wickelteren Verhältnissen fortschreitet. Bevor wir nun zur Nachweisung übergehen, dass diese Kette von Verhältnissen sich wirklich in der Natur als die wichtigste und allgemein herrschende herausstellt, nur noch eine nachträgliche Bemerkung über die Bestimmung der ihr angehörigen Blattstellungen. In der aufgestellten Kette von Brüchen befolgen sowohl die Nenner als die Zähler dieselbe Zahlenreihe, nur um eine oder zwei Stellen gegeneinander verschoben, je nachdem man die Abstände der Blätter nach dem weiteren oder näheren Weg bestimmt.

0, 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55, . . .
1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55, 89, . . .
1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55, 89, 144, . . .

Die unterste Zahl bezeichnet hier jedesmal den Nenner der Div., die mittlere den grossen, die oberste den kleinen Zähler derselben. Da nun aber die beiden in senkrechter Linie über der untersten stehenden Zahlen zusammenfallen mit den zwei in wagrechter Linie vorausstehenden, so können wir die zwei oberen Reihen weglassen, da uns in der der Nenner ja auch die Zähler bereits enthalten sind; und da diese Reihe gleich ist der Reihe der Coordinationszahlen, die man durch Zählung der Wendeln erhält, so ist schon mit der blossen Schlussbestimmung dieser Nenner und Zähler der Div. und somit der vollkommene Ausdruck für das Gesetz der Blattstellung gegeben. Wenn wir also jetzt die Ordnung der Schuppen am Tannenzapfen noch einmal zu bestimmen hätten, so würden wir bloss die Zahl der zwei auffallendsten Wendeln, etwa der 5- und 8zähligen, und das Eintreten der Zeilen in der zweiten Stelle nach den 8zähligen Wendeln bestimmen, um in der so erhaltenen Reihe 5, 8, 13, 21 die letzte Zahl als den Nenner, die zwei vorletzten als die zweier-

lei Zähler der Divergenz anzusprechen. Auf so schnelle und leichte Art gelangt man zur Bestimmung aller dieser Kette angehörigen Verhältnisse!

Je weiter wir von den Coniferen aus die Untersuchung vergleichend über das Pflanzenreich ausdehnen, um so grössere Wichtigkeit werden uns für die bei ihnen beobachteten Blattstellungsverhältnisse erhalten.

Zunächst soll uns aber noch die Stellung der Blätter an den Stämmen und Aesten der Coniferen beschäftigen. Sie stimmt häufig mit der Stellung der Schuppen an den Zapfen völlig überein, wo nicht, so trifft man doch sicher die nächstverwandten Verhältnisse an. *Pinus sylvestris, Pumilio, Pinea, Cembra* und *Strobus* zeigen in der Stellung der Knospenschuppen, welche die jungen Triebe bedekken und aus deren Achseln die Nadelbüschel entspringen, gewöhnlich das Verhältniss 13/34 und 8/21, je nachdem diese Triebe stärker und dicker oder schlanker sind. Nur sehr selten findet man ein noch complicirteres oder ein noch einfacheres Stellungsverhältniss. *Pinus Abies* und *Picea* zeigen in der Stellung der Nadeln gleichfalls gewöhnlich 8/21 und 13/34, aber auch 21/55; *P. balsamea* und *alba* meist 8/21, seltener 5/13, *P. canadensis* fast immer 5/13. An dem frühesten, zwischen den Cotyledonen sich erhebenden Stämmchen habe ich bei *P. sylvestris* und *Picea* gewöhnlich 5/13 St., zuweilen 3/8 und bei *P. canadensis* sogar 2/5 gefunden. Der Blattbüschel von *Pinus Larix* ist nach 13/34 Div. angeordnet. An *Belis lanceolata* findet man 8/21, 13/34 und 21/55, an *Araucaria excelsa* 8/21, an *Salisburia adiantifolia* 5/13. *Taxus baccata* zeigt meistens 5/13, seltener 3/8 und 2/5; an *Taxodium distichum* findet man gleichfalls diese drei Stellungen wechselnd. In allen diesen Beispielen wiederholen sich also uns schon von den Zapfen her bekannte Stellungs-

verhältnisse, die sämmtlich Glieder derselben Kette sind. Auch gibt es ausser diesen, so weit meine Untersuchungen reichen, bei den Coniferen keine anderen normal vorkommenden Ordnungsverhältnisse für einzeln gestellte Blätter. Dass aber diese Kette von Blattstellungsverhältnissen nicht etwa blos eine bemerkenswerthe Eigenthümlichkeit der Coniferen sei, zeigt uns die Vergleichung anderer Familien. Wir wollen uns zunächst zur Untersuchung der Kätzchen der Amentaceen wenden, welche in der Stellung der Deckschuppen dem ersten Anscheine nach die grösste Uebereinstimmung mit den Tannenzapfen erwarten lassen. Und so finden wir es auch, namentlich bei den Kätzchen der Betulineen; nur die Stellung der Schuppen an den Weidenkätzchen bleibt uns hier noch unverständlich. Bekannte Verhältnisse zeigen die männlichen und weiblichen Kätzchen aller Birken und Erlen, z. B. *Betula alba* und *pubescens* 8/21 und 13/34, seltener 5/13, *B. fruticosa* gewöhnlich 5/13, *Alnus glutinosa* und *incana* 8/21 und seltener 5/13, letzteres auch *A. viridis*. Die männlichen Kätzchen der *Corylus*-Arten zeigen sehr häufig anomale Stellungen neben den Verhältnissen 8/21 *(C. Avellana)* und 13/34 *(C. americana, tubulosa)*. Die Blümchen am männlichen Kätzchen von *Quercus Robur* fand ich nach 3/8 gestellt; eben dieses Verhältniss erkennt man häufig an den Kätzchen der Pappeln *(Pop. nigra, tremula* ♂ und ♀). Am männlichen Kätzchen von *Carpinus Betulus* treffen wir sogar das uns hier zum ersten male in der Natur aufstossende Verhältniss 1/3 in der dreizeiligen Stellung der Deckblätter (die 3 Zeilen zeigen jedoch meist eine schwache Drehung, ein Umstand, auf den wir später zurückkommen werden). Auch die Blätter an den Zweigen der Amentaceen zeigen keine fremdartigen Stellungen, nur einfachere als die Schuppen der Kätzchen. Zum ersten male treffen wir hier zwei-

zeilige, also unter Div. 1/2 gestellte Blätter: so bei *Fagus*, *Castanea*, *Carpinus*, *Corylus*. Nur die Wasserschosse von *Carpinus* und *Corylus* halten nicht fest an der zweizeiligen Ordnung: man findet bei ihnen öfters 1/3, 2/5 und 3/8, jedoch sehr häufig durch Unregelmässigkeiten unterbrochen. Die Verhältnisse 2/5 und 3/8 sind auch die für die Stellung der Blätter der Weiden *(S. caprea, cinerea, fragilis)* und Pappeln *(Pop. italica, tremula)* gewöhnlichsten; bei letzteren sieht man diess besonders schön an der Stellung der Knospenschuppen und der jungen Blätter bei Durchschneidung der Knospen. Merkwürdig ist bei den Pappeln die Verschiedenheit, welche zwischen den Gipfel- und Achselknospen stattfindet. Die Gipfelknospen, welche die zur Bildung von Schuppenblättern herabsinkenden Mitteltriebe selbst sind, zeigen, wie die Achse, deren Fortsetzung sie sind, durchgehends 2/5 (oder 3/8) St., die Seitenknospen dagegen, in den Blattachseln neu erzeugte und mit der niederen Blattbildung beginnende Triebe, zeigen in zwei (nach unten und oben gekehrte) Zeilen geordnete Knospenschuppen, die erst im Innern der Knospe allmählig zur fünfzeiligen Ordnung sich verschieben. *Liquidambar styraciflua* zeigt in der Stellung der Blätter und Knospenschuppen 2/5; bei *Myrica cordifolia* wechselt 2/5 und 3/8, welche letztere Stellung auch den meisten andern *Myrica*-Arten (z. B. *quercifolia)* eigen ist. Die Blätter der Eichen stehen unter 2/5 Div. Sehr zierlich nehmen sich die fünfzeiligen Knospenschuppen von *Quercus Robur* aus. Verfolgt man jedoch diese nach ihrer Deckung, so findet man sie offenbar nicht um 2/5 sondern nur um 1/5 von einander abstehend, ein Widerspruch mit der Stellung der Laubblätter, der sich dadurch hebt, dass je zwei Knospenschuppen, als Seitentheile Eines Blatts, als *Stipulae* der erst weiter innen oder oben zwischen beiden zum

Vorschein kommenden *Laminae*, zusammengerechnet werden müssen.

So haben wir auch bei den Amentaceen die bei den Coniferen bemerkten Verhältnisse wiedergefunden. Diess lässt uns vermuthen, dass dieselben Verhältnisse wohl noch bei vielen andern Familien sich wiederholen, vielleicht in der Ordnung der Blätter aller dicotyledonischen Pflanzen die herrschenden sein mögen. Die Erfahrung bestätigt diess auf die mannigfachste Weise; jeder Schritt in der freien Natur führt uns diese Blattstellungsverhältnisse entgegen. Die Stellung der Blätter nach den zwei ersten, einfachsten Verhältnissen 1/2 und 1/3 wird uns im Ganzen seltener vorkommen, am häufigsten dagegen die nach den in der Mitte zwischen den einfachsten und verwickeltsten sich haltenden Verhältnissen 2/5, 3/8 und 5/13. Um hier nur einigermaassen das allgemeinverbreitete Vorkommen der Blattstellungsverhältnisse dieser Kette nachzuweisen, will ich diese Verhältnisse der Reihe nach mit Beispielen aus den verschiedensten Familien dicotyledonischer Pflanzen zu belegen suchen.

1) 1/2, zweizeilige Blätter, finden wir bei *Houttuynia, Piperis spp., Asarum, Aristolochia, Ulmus, Celtis, Begonia, Phyllanthi sp., Paliurus aculeatus, Tilia, Pelargonium hermannifolium, Limonia trifoliata, Menyanthes trifoliata, Cactus alatus, phyllanthus* und *truncatus;* am häufigsten in der Familie der *Leguminosen,* namentlich in den Gattungen *Vicia, Faba, Pisum, Orobus, Lathyrus, Lotus etc.;* bei einer Abtheilung der *Trifolien,* bei *Pentaphyllum Lupinaster, Hallia imbricata,* selbst bei *Acacien (A. Lophantha, alata)* und *Cassien* (z. B. *rostrata*). *Othonna cheirifolia* liefert ein seltenes Beispiel zweizeiliger Blätter aus der Familie der *Compositae. Vitis vinifera* könnte noch angeführt werden, wenn nicht jedes folgende Blatt eigentlich einer andern Achse angehörte.

Geum urbanum ist dadurch merkwürdig, dass nur die zur Blüte fortschreitenden Seitentriebe zweizeilige Blätter bekommen, während sie an dem kurzbleibenden und nie über die Vegetation hinauskommenden Mittelstock nach 2/5 geordnet sind. Doch könnte bei dieser Pflanze vielleicht eine Drehung anzunehmen sein, ähnlich der, welche nachweisslich bei *Vaccinium Myrtillus* Ursache der scheinbar zweizeiligen Blätter ist. Den umgekehrten Fall, dass wahrhaft zweizeilige Blätter durch Drehung des Stengels eine der 2/5 St. ähnliche gegenseitige Richtung erhielten, habe ich an Schösslingen von *Acacia decurrens* geschen. Endlich zeigt sich die Stellung der Blätter unter der Div. 1/2 auch noch an den jüngeren Stöcken mancher ausdauernden Gewächse, bei denen sie mit dem kräftigeren Heranwuchs und der wachsenden Anzahl der Blätter in 2/5 St. übergeht. Diess findet z. B. statt bei *Doronicum Pardalianches* und *Ranunculus acris*.

2) 1/3 tritt sehr selten als bleibende und constante Blattstellung bei *Dicotyledoneen* auf: ich kann keine anderen Beispiele der Art anführen als *Cactus triangularis, triqueter, trigonus* und *speciosus*, bei welchem letzteren jedoch die 1/3 St. mit mehreren andern wechselt. Oefters kommt sie bloss als einleitende Stellung vor, bald verdrängt von den darauffolgenden complicirteren Verhältnissen. So bei *Umbelliferen, Linum*- Arten, *Camelina* etc.

3) 2/5. Dieses ist vielleicht das gemeinste unter allen Blattstellungsverhältnissen. Wir finden darnach geordnet die Blätter von *Piper incanum, Polycnemum arvense, Chenopodium album* und andern, *Polygonum tartaricum, orientale, aviculare, Coccoloba uvifera, Cecropia peltata, Protea conocarpa, Hakea saligna, Passerina hirsuta, Daphne Mezereum, Lactuca virosa, Sonchus oleraceus, Lapsana communis, Tussilago Farfara, Achillea Millefolium, Chrysanthemum foeni-*

culaceum und *indicum*, *Hippia frutescens*, *Buphthalmum salicifolium*, *Gnaphalium scandens*, *Centaurea montana*, *Carlina vulgaris*, *Campanula Speculum*, *Convolvulus Cneorum*, *Calystegia sepium*, *Iasminum fruticans*, *Cornus alternifolia*, *Polemonium coeruleum*, *Solanum tuberosum*, *Myrsine retusa*, *Primula auricula*, *Spielmannia africana*, *Melianthus maior*, *Lithospermum officinale*, *Passiflora coerulea*, *Bryonia dioica*, *Tamarix germanica*, *Saxifraga crassifolia*, *Linum viscosum*, *Oxalis rosea* und *Acetosella*, *Pelargonii spp.*, *Astrapaea Wallichii*, *Viola persicifolia* und *odorata*, *Pittosporum undulatum*, *Pistacia Lentiscus*, *Ceratonia Siliqua*, *Robinia viscosa* (auch die Deckblätter an den Blütentrauben), *Hedysarum Onobrychis*, *Fumaria officinalis*, *Capsella Bursa pastoris*, *Chelidonium maius*, *Eryngium campestre*, *Bupleurum fruticosum*, *Heraclei spp.*, *Ribes rubrum*, *Cliffortia ilicifolia*, *Spiraea sorbifolia*, *Potentilla verna* und *argentea*, *Rosae spp.*, *Mespilus germanica*, *Prunus spinosa*, *Thalictri spp.*, *Ranunculus bulbosus* und anderen, *Anemone nemorosa* (die Scheiden am unterirdischen Stock). Diese Beispiele mögen hinreichen als Stellvertreter unzähliger anderer. Sehr häufig bemerkt man bei derselben Species und sogar an demselben Exemplar in der Stellung der Blätter ein Schwanken zwischen diesem und dem nächsten Verhältniss, so dass wir manche der hier aufgeführten Beispiele auch dort wiederholen könnten.

4) 3/8, nebst der vorigen die häufigste Art der Blattstellungen, findet sich z. B. bei *Euphorbia palustris* und *saxatilis*, *Salsola fruticosa*, *Parietaria erecta*, *Urtica canadensis*, *Ficus bengalensis*, *Laurus nobilis*, *Daphne Gnidium*, *Aulax pinifolia*, *Hakea oleaefolia* und *viscosa*, *Xanthium spinosum*, *Athanasia crithmifolia*, *Solidago rigida*, *Cineraria maritima*, *Berckheya ciliaris*, *Phyteuma spicatum* (in der Aehre), *Andromeda pulverulenta* und *calyculata*, *Arbutus canariensis*,

Ledum latifolium, *Ilex Aquifolium*, *Cerinthe minor*, *Verbascum phoeniceum* und *Blattaria*, *Digitalis laevigata*, *Antirrhinum maius*, *Veronica officinalis* (in dem Blüthenstand), *Polygala vulgaris* (besonders an der noch nicht entfalteten Inflorescenz der *var. comosa* schön zu sehen), *Hedysarum coronarium*, *Genista germanica* und *tinctoria*, *Psoralea pinnata*, *Tiarella cordifolia* (in der Infl.), *Saxifraga sponhemica* und *granulata* (bei der auch die fleischigen Blättchen, aus denen die Bulbillen bestehen, diese Stellung zeigen); ferner bei *Cotyledon coccinea*, *Linum perenne* und *usitatissimum*, *Goodenia grandiflora*, *Sparrmannia africana*, *Ruta montana*, *Helianthemum Fumana*, *Phylica rosmarinifolia* und *acerosa*, *Ribes alpinum* (in der Inflor.), *Brucea ferruginea*, *Leptospermum tomentosum*, *Spiraea ulmifolia*, *Agrimonia Eupatoria*, *Poterium caudatum*, *Prunus domestica* (an Schösslingen), *Padus* (in der Infl.), *Barbarea vulgaris*, *Cheiranthus scoparius*, *Erysimum cheiranthoides*, *Brassica oleracea* (an entblätterten Strünken zeigen es die Blattnarben deutlich), *Corydalis bulbosa* (in der Infl.), *Impatiens nolimetangere*, *Aconitum Napellus*, *Helleborus foetidus*, *Paeonia arborea*. Nach dieser Stellung gestalten sich auch die Rosetten der Stockblätter bei *Plantago media* (Taf. XXX. Fig. 1.), *Lactuca sativa*, *Oenothera biennis*, *Hieracium Pilosella* und *Primula elatior*, bei der man sich durch die den Achselsprossen angehörigen Blätter nicht stören lassen darf. Durchschneidet man die Stockblätter von *Raphanus sativus* dicht oberhalb des Rettigs, so zeigen die durchschnittenen Blattstiele eine sehr regelmässige Stellung unter 3/8 Abständen. (Siehe Taf. XXX. Fig. 2.).

5) 5/13 tritt besonders da auf, wo die Zahl der Blätter gross ist und die Interfolien kurz bleiben. Beispiele geben *Protea argentea*, *cynaroides* und *mellifera*, *Cluytia polygonoides*, *Euphorbia Caput Medusae*, *Gerardiana*, *segetalis* und

mellifera, Artemisia Absinthium, Othonna trifurcata, Diotis candidissima, Chrysanthemum praealtum, Campanula liliflora, Arbutus Unedo, Androsace cylindrica, pyrenaica und *argentea, Convolvulus tricolor, Echium giganteum, Verbascum phlomoides, Digitalis Sceptrum, Polygala myrtifolia, Astragalus galegiformis, Dictamnus albus, Diosma cordatum, Agathosma apiculatum, Adenandra uniflora, Cactus stellaris, Sempervivum aureum, Sedum acre* (Taf. XXIX. Fig. 7.), *Cheiranthus incanus, Melaleuca styphelioides* und *ericaefolia, Brunia abrotanoides, nodiflora, lanuginosa* etc. Nach dieser St. sind ferner die Rosetten der Stockblätter von *Saxifraga umbrosa, Bellis perennis, Chrysanthemum Leucanthemum, Leontodon Taraxacum* und *Geranium molle* gebildet; nach ihr stehen die Blätter an üppigen Schösslingen von *Spiraea salicifolia,* und ihr folgen die Bracteen von *Pachysandra prostrata, Stachytarpheta indica, Lepidium ruderale, Poterium Sanguisorba, Metrosideros linearis* (Taf. XXVIII. Fig. 5.) und die Scheidenblätter von *Rhododendron maximum,* welche im Winter den sich entwickelnden Blüthenstrauss zapfenartig umschliessen. Auch die in die Knollenbildung ganz aufgenommenen Blätter an der Kartoffel haben diese Stellung, wie man aus der Anordnung der Augen sieht, besonders deutlich bei den Varietäten mit langen, walzenförmigen Knollen.

6) 8/21 ist die Stellung der Stengelblätter bei *Euphorbia Paralias* und *Characias, Chrysocoma Comaurea, Gnaphalium tortum, Isatis tinctoria, Cactus triacanthos, Mesembryanthemum pugioniforme;* der Bracteen von *Digitalis lanata, Plantago maior* und *lanceolata,* der Blätter und Bracteen von *Metrosideros glauca,* der Schuppen am männlichen Kätzchen von *Iuglans regia;* auch die Stockblätter von *Sempervivum montanum* sind nach diesem Verhältniss geordnet.

Der Wechsel der Blattstellung nach den nächstverwandten Verhältnissen, auf den wir schon bei der 2/5 St. aufmerksam gemacht haben, findet noch weit häufiger bei diesen complicirten Stellungen statt, wovon wir schon ein Beispiel am Zapfen der Rothtanne gesehen haben. Die hier unter den einzelnen Verhältnissen angeführten Beispiele sind daher auch meist nicht als solche anzusehen, denen diese Stellungen ausschliesslich und in allen Fällen zukämen. Einige Pflanzen zeigen in diesem Wechsel einen sehr grossen Spielraum, so z. B. *Rhus Cotinus*, bei welchem man 2/5-, 3/8-, 5/13- und 8/21 St. finden kann.

7) 13/34. Dafür lässt sich angeben die Stellung der Blätter bei *Euphorbia caespitosa* und *aleppica, Cactus maximus* und *rubescens, Sempervivum arboreum* und *tabulaeforme;* ferner die Stellung der Bracteen von *Plantago media, Sanguisorba tenuior, Protea argentea* (Taf. XXIX. Fig. 8.), und *Melaleuca hypericifolia* (Taf. XXVIII. Fig. 4.).

8) 21/55 fand ich an einem sehr alten Stamm von *Zamia horrida* im Carlsruher bot. Garten; daselbst auch an *Cactus coronarius* und *depressus.* Wir werden später noch mehrere Beispiele für dieses und einige noch verwickeltere Verhältnisse dieser Kette finden.

Von den zweikeimblättrigen gehen wir zur Vergleichung der einkeimblättrigen Pflanzen über, um zu sehen, ob dieser andern Hälfte der Phanerogamen vielleicht auch ein anderes System von Blattstellungen zukommt, oder ob wir auch bei ihnen wieder dieselben Verhältnisse treffen, die wir bereits als die in der Blattstellung der Mehrkeimblättrigen (Di- und Polycotyledoneen) fast durchgängig herrschenden erkannt haben. Diess letztere zeigt sich uns wirklich; es ist unmöglich etwas wesentlich Unterscheidendes für die Blattstellung der Monocotyledoneen zu finden; es herrschen in ihr

durchaus dieselben Verhältnisse wie in der der Di- und Polycotyledoneen. Nur in der Häufigkeit des Vorkommens der einzelnen Stellungsweisen ist hier ein geringer Unterschied zu bemerken: die einfacheren Verhältnisse 1/2 und 1/3 sind gewöhnlicher, 2/5 dagegen weniger häufig. Ausserdem kann man noch anführen, dass die Verhältnisse bei den Einkeimblättrigen oft weniger Bestimmtheit zeigen, und ein häufigeres Hinüberschwanken von dem einen zum andern stattfindet, und dass auch da, wo die Stellung regelmässiger fortschreitet, die Cyclen oft nicht genau übereinander zu stehen kommen. Wenn z. B. fünf Blätter auch ganz genau nach 2/5 Abständen zu stehen scheinen, so weicht doch gewöhnlich das sechste von der Richtung des ersten bald nach dieser, bald nach jener Seite etwas ab, wie man diess z. B. bei den Blättern der Gartenhyacinthe und in der Inflorescenz der *Iuncus*-Arten sehen kann. Ein anderer Umstand, der nicht selten die Regelmässigkeit der Blattordnung stört, ist ein plötzliches und keine bestimmte Regeln beobachtendes Umwenden der Stellung, wie es z. B. an der Kaiserkrone häufig vorkommt. Doch fehlen auch sehr regelmässig und gleichförmig gehaltene Blattstellungen keineswegs, wovon viele der folgenden Beispiele Zeugniss geben.

1) 1/2 ist unter allen die häufigste Blattstellung bei den Monocotyledoneen. Sie findet sich bei allen *Gräsern*, bei den meisten auch an den Rispen und Aehrchen (Taf. XXIX. Fig. 1.), an letzteren auch bei *Cyperus* und *Schoenus*, (z. B. *mucronatus* und *nigricans*); ferner bei *Sparganium*, *Fuirena umbellata*, *Restio tetragonus*, *Lepidosperma gladiatum*, *Acorus Calamus*, *Caladium pertusum*, *Potamogeton crispus*, *Iris*, *Gladiolus*, *Hemerocallis flava et fulva*, *Narcissus*, *Galanthus Leucoium*, *Amaryllis*, *Cyrtanthus*, *Agapanthus*, *Anthericum frutescens*, *Allium Cepa*, *Aloe plicatilis*, *Lingua*, *verrucosa*,

nigricans, *obscura* und vielen anderen, *Uvularia, Streptopus, Convallaria maialis* und *Polygonatum*, *Phormium tenax, Strelitzia, Urania, Pontederia cordata, Philydrum, Amomum Zingiber,* sehr vielen ausländischen *Orchideen,* als *Epidendron elongatum, Vanilla, Dendrobium, Isochilus, Pachyphyllum,* am unterirdischen corallenartigen Stock von *Corallorhiza,* bei *Cypripedium, Serapias longifolia* (wo sie mit den Bracteen in 2/5 St. übergeht) u.s.w. *Ruscus racemosus* zeigt eine analoge Erscheinung mit *Geum urbanum*, indem bei ihm die Blätter des Mittelstengels nach 2/5 gestellt, die der horizontal sich richtenden Aeste zweizeilig sind; *Aloe trigona* hat wie *Doronicum Pardalianches* und *Ranunculus repens* zuerst zweizeilige Blätter, auf welche andere nach 2/5 geordnete folgen.

2) 1/3 ist fast allen *Carex, Scirpus, Eriophorum* und *Cyperus*-Arten eigenthümlich und verräth sich meist schon durch den dreikantigen Halm. *Scirpus sylvaticus* und die grösseren Riedgräser zeigen diese Stellung am schönsten; wir finden sie ferner, jedoch meist mit geringen Abweichungen, bei *Colchicum autumnale, Veratrum album, Aloe variegata, concinna (?)* und *viscosa, Luzula campestris,* mehreren Arten *Elegia* etc.

3) 2/5 kommt besonders in der Stellung der Bracteen an den Aehren der *Cyperaceen* und *Restiaceen* vor: so bei *Scirpus acicularis, supinus, uniglumis* (Taf. XXIX. Fig. 2.), *Eriophorum alpinum, latifolium, Schoenus fuscus,* den weiblichen Aehren von *Carex sylvatica* und *panicea,* den Aehrchen von *Restio tetragonus, Fuirena umbellata, Lepidosperma gladiatum,* ferner in der Stellung der Bracteen von *Goodyera bicolor, Convallaria maialis* (mit 1/3 wechselnd), in der Stellung der Blätter an der Zwiebel und dem Blütenstand bei *Ornithogalum umbellatum*, an der Inflorescenz der meisten

Iuncus-Arten (*fusco-ater, maritimus, multiflorus* etc.) und endlich noch in der St. der Bl. von *Aloe pentagona, mirabilis* und *retusa*, *Lilium tigrinum*, *Eucomis punctata*, *Tradescantia crassifolia*, *Neottidium Nidus avis*, und *Nymphaea lutea* in ihrer frühesten Jugend.

4) 3/8 bei *Aloe mitraeformis, brevifolia, xanthacantha, arborescens* und andern, *Lilium candidum*, *Ruscus aculeatus*, *Alisma Plantago;* in der St. der Bracteen bei *Orchis bifolia*, *Listera ovata*, *Corallorhiza*, *Epidendron elongatum*, *Scirpus lacustris, litoralis* (Taf. XXIX. Fig. 3.), *mucronatus* (ib. Fig. 4.), *triqueter, maritimus, radicans, sylvaticus, atrovirens, Fimbristylis annua, dichotoma, tristachya, obtusifolia,* und der St. der *Glumae* an den weiblichen Aehren von *Carex remota, hirta,* und dieser Aehren selbst bei *Carex intermedia.*

5) 5/13 bei *Lilium pomponium*, *Aloe foliosa, margaritifera* und *Reinwardti*, *Bromelia Ananas,* jüngeren Stöcken von *Agave americana*, *Dracaena Draco* und *arborea;* in der St. der Bracteen bei *Hemerocallis coerulea*, *Orchis*-Arten, *Scirpus setaceus*, *Restio aristatus* (Taf. XXIX. Fig. 6.), und den weiblichen Aehren von *Carex pallescens*, *flava, Hornschuchiana, stellulata.*

6) 8/21 bei *Aloe prolifera*, *Yucca*-Arten, *Dracaena Draco* und *conspicua, Chamaerops humilis;* als St. der Bracteen bei *Orchis conopsea, militaris*, *Neottidium Nidus avis*, *Xyris lacera*, *Eriophorum angustifolium*, *Scirpus ovatus* und *palustris* (Taf. XXIX. Fig. 5.), *Schoenus scariosus*, *Thamnochortus spicigerus* ♀, *Carex ovalis etc.* Auch die schuppenartigen Blätter dickerer Spargeln zeigen diese Stellung, bei dünneren dagegen findet man 5/13 und 3/8. Ueberhaupt ist hier wieder an jenen Wechsel der verwandten Verhältnisse, dem die meisten Pflanzen unterworfen sind, zu erinnern; so zeigen z. B. schmächtigere Exemplare von *Orchis conopsea* in

der St. der Bracteen nur 5/13; ebenso die kleineren Formen von *Scirpus palustris*. Endlich habe ich noch

7) 13/34 an einem Exemplar von *Yucca aloefolia* im Carlsruher bot. Garten gesehen, ein Verhältniss, das auch *Eriophorum vaginatum* und *Ornithogalum pyrenaicum* in der Stellung der Bracteen beobachten, wobei besonders das letztere (wenn man seine Trauben vor ihrer letzten Entfaltung betrachtet, also ehe die Theile durch oft ungleichmässige Dehnung der Interfolien auseinandergerückt und dadurch die Beurtheilung der Stellung erschwert ist) eine grosse Regelmässigkeit und eine bewunderungswürdige Eleganz der 8- und 13zähligen Wendeln zeigt. DeCandolle *) erwähnt, er habe an den *feuilles florales* einiger *Aloe*-Arten 8 Spiralen gezählt, wobei er wohl 8/21 oder 13/34 Stellung vor sich gehabt haben mag; merkwürdig ist überhaupt die Uebereinstimmung, die sich in den Angaben dieses berühmten Naturforschers über die *spirales multiples* (indem er gerade nur *sp. triples*, *quintuples*, *octuples* und endlich *treize spirales parallèles* anführt) mit der Reihe der Coordinationszahlen, auf die uns die Beobachtung der Blattstellung geführt hat, findet.

Zuletzt wollen wir nun auch die Cryptogamen der Vergleichung nicht unwerth halten. Wäre es nicht möglich, dass in dieser niederen Hälfte des Pflanzenreichs ein anderes Grundgesetz eine andere Reihe von Blattstellungen bedingte? Die Dreizahl und Fünfzahl, welche man als charakteristische Zahlen für die Monocotyledoneen und Dicotyledoneen anzuführen pflegt, sind uns für die Blattstellungen wenigstens in Eine Reihe gefallen, die Vierzahl dagegen, welche man als Grundzahl der Cryptogamen, gestützt auf das Theilungsgesetz im Peristom der Moose, angibt, kann in unserer Zahlenreihe

*) Organogr. I. p. 329.

keine Stelle finden. Wenn man den häufig sich wiederholenden Angaben der Bryologen von vorkommenden 4- und 6-zeiligen Blättern bei verschiedenen Laubmoosen Vertrauen schenkt, so sollte man bei diesen beinahe eine Verschiedenheit in den Grundverhältnissen der Blattstellung vermuthen. Allein, um es unumwunden auszusprechen, diese Angaben beruhen, wie ich mich durch sorgsame Untersuchung überzeugt habe, grösstentheils, ja wahrscheinlich alle, auf Täuschung und Irrthum. Alle bei den Moosen vorkommenden Blattstellungen bewegen sich im Gebiet der 2- bis 3ständigen, und da man bei ihnen auch noch keine wirtelständigen Blätter gefunden hat, so erscheint das Vorkommen 4zeiliger und 6zeiliger Blattordnungen (denn es gibt ja zwischen 1/2 und 1/3 weder einen Bruch mit dem Nenner 4, noch einen mit dem Nenner 6) in dieser Familie als Unmöglichkeit. Auch die mir bekannten Angaben von 7zeiligen Blättern bei Laubmoosen sind unrichtig, wiewohl dieser Fall nicht unmöglich wäre. Weit entfernt also hier ein neues Reich von Verhältnissen zu entdecken, finden wir vielmehr bei den Laubmoosen die trefflichste Bewährung der Gültigkeit der alten. Dagegen werden wir bei der Vergleichung der Farne und Lycopodien auf eine Menge uns noch unbegreiflicher Fälle stossen, welche wir jedoch erst später berücksichtigen können, und einstweilen darin, dass auch unter ihnen die bisher überall wiedergefundenen Verhältnisse wenigstens nicht fehlen, wenn auch nicht für die Ausschliesslichkeit, doch für die Allgemeinheit ihres Vorkommens eine Bestätigung finden. Ich will nun auch aus dieser Abtheilung des Pflanzenreichs eine Reihe von Beispielen anführen:

1) 1/2 zeigt *Fissidens*, *Octodiceras*, *Phyllogonium*, *Didymodon capillaceus*. Viele andere Angaben von *foliis distichis* bei Laubmoosen (z. B. der Gattungen *Leskea*, *Neckera*,

Hookeria) beruhen auf einer Verwechselung zweizeiliger und nach zwei Seiten abstehender Blätter. Solche *folia bifariam patentia* darf man ebensowenig „*disticha*" nennen, als man die *folia secunda* vieler Moose *monosticha* heissen wird. Hierher gehören auch die *Iungermanniae examphigastriatae*, ferner *Tmesipteris tannensis*, und endlich könnte man auch *Salvinia* erwähnen, und *Botrychium*, welches in der abwechselnden Aufeinanderfolge steriler und fructificirender Blätter die Div. 1/2 befolgt

2) 1/3 ist nicht selten bei Laubmoosen, jedoch erhalten die drei Zeilen durch äusserst unbedeutende Abweichungen in der Divergenz häufig eine schiefe Richtung, z. B. bei *Gymnostomum aestivum, calcareum* und andern, *Weissia tristicha, Didymodon glaucescens, Tetraphis pellucida etc.* Am reinsten tritt diese Stellung auf bei *Meesia tristicha*, *Syrrhopodon tristichus, Fontinalis, Hookeria pennata* und den aus mehreren Gattungen nach der Blattstellung zusammengesuchten Arten der Bridel'schen Gattung *Hypopterygium*. Hier kann man auch die *Iungermanniae amphigastriatae* anführen; denn dass die Amphigastrien eine dritte Blattreihe sind, zeigen *I. trichophylla, setacea, iuniperina, iulacea* und viele andere hinreichend. Es ist merkwürdig, dass bei den Jungermannien durchaus keine anderen Blattstellungen vorkommen als die zwei- und dreizeilige, während bei den Laubmoosen die ganze Fülle des Verhältnisses zwischen 1/2 und 1/3 eingegangen wird.

3) für das Vorkommen der 2/5 St. lassen sich aus der Familie der Laubmoose eine Menge Beispiele anführen, als: *Archidium phascoides, Phascum alternifolium, Gymnostomum viridissimum, Weissia Martiana, Anacalypta curvirostris, Barbula enervis, Trematodon ambiguus, Conostomum boreale, Bartramia marchica, Aulacomnion androgynum, Paludella*

squarrosa, Pohlia Zierii, Webera Wahlenbergii, Syrrhopodon Reinwardti et tetragonostomus, Orthotrichum cupulatum, Macromitrion orthostichon, Pterogonium hirtellum, Leskea pentasticha, Hypnum stramineum et cuspidatum. Auch an jungen Farnen, z. B. *Asplenium trichomanoides* und *Ruta muraria*, habe ich diese St. beobachtet.

4) 3/8 ist bei den Laubmoosen das häufigste Stellungsverhältniss. Beispiele dafür sind: *Phascum gymnostomoides, Voitia nivalis, Gymnostomum fasciculare, Trichostomum rigidulum, tophaceum, flexicaule, squarrosum, Syntrichia ruralis, laevipila, Barbula muralis, pilifera, unguiculata, fallax, vinealis, Hornschuchiana, Dicranum pellucidum, virens, Blumii, brachyphyllum, Funaria hygrometrica, Aulacomnion turgidum, Mielichhoferia Ecklonii, Pohlia uliginosa, Webera nutans, cruda, Bryum caespititium, atropurpureum, versicolor, pseudotriquetrum, bimum, Duvalii, alpinum, Mnium cuspidatum, affine, punctatum, undulatum, Cinclidium stygium, Catharinea hercynica, Polytrichum aloides, urnigerum, cirrhatum, Schistidium ciliatum, imberbe, Grimmia pulvinata, orbicularis, Dryptodon patens, Racomitrium canescens, lanuginosum, heterostichum, protensum, Ptychomitrium polyphyllum, Syrrhopodon undulatus, Orthotrichum obtusifolium, leucomitrion, Hutchinsiae, Criphaea heteromalla, Trachypus bicolor, Racopilum spectabile, Neckera viticulosa, Pterogonium gracile, Leskea rufescens, straminea, polyantha, Climacium dendroides, Hypnum lutescens, rutabulum, salebrosum, striatum, stellatum, chrysophyllum, longissimum, curvatum, Schreberi, umbratum, minutulum, badense, rugulosum etc. Andreaeae sp. omnes.* Auch am Stamm einer *Cyathea* im Münchner *Museum brasiliense* und an ganz jungen Pflänzchen von *Lycopodium Selago* (bei welchem später ganz andere Verhältnisse auftreten) habe ich diese Stellung gesehen.

5) 5/13 ist gleichfalls eine bei Laubmoosen sehr gemeine Stellung, und wechselt häufig an derselben Species mit 3/8. Man findet sie namentlich bei *Gymnostomum Hornschuchianum, Trichostomum exasperatum, Dicranun squarrosum, spurium, sanctum, mucronifolium, Barbula membranifolia, Syntrichia latifolia, subulata, Bartramia crispa, Halleriana, Mielichhoferia nitida, Brachymenium nepalense, Ptychostomum compactum, Pohlia elongata, Webera annotina, Bryum argenteum, Funkii, Ferchelii, capillare, roseum, Mnium hornum, spinosum, Polytrichum iuniperinum, commune, convolutum, Encalypta, streptocarpa, Syrrhopodon perichaetialis, Orthotrichum affine, speciosum, Lyellii, Sehlmeyeri, Sturmii, Neckera cladorrhizans, Hookeria lucens, cristata* (wechselt mit 3/8) und wahrscheinlich auch *quadrifaria, Pterogonium repens, iulaceum, Hypnum spiniforme, cordifolium, squarrosum, triquetrum, macrocarpon, rusciforme, divaricatum, Reinwardti (in ramulis 3/8), cupressiforme.* Unter den Farnen ist mir diese Stellung bei *Aspidium spinulosum, Filix mas., Asplenium Filix femina* und *Lycopodium selaginoides* vorgekommen.

6) 8/21 zeigten *Racomitrium aciculare, Esenbeckia plicata, Leucodon morensis, alopecurus, Leskea sciuroides, Hypnum loreum, cirrhosum* und manche Moose, denen auch die vorausgehenden einfacheren Verhältnisse nicht fehlen, wie *Bryum Schleicheri* (t. XXVI. f. 17), *Polytrichum piliferum, Neckera curtipendula, Hypnum alopecurum etc.* Von Farnen ist wieder *Aspidium Filix mas* anzuführen. Endlich habe ich auch noch deutlich

7) 13/34 unterschieden bei einigen Exemplaren von *Polytrichum formosum, Timmia austriaca* und einem Javanischen *Dicranum.* Als ein Beispiel, das auf eine merkwürdige Weise diese ganze Reihe von Verhältnissen vereinigt,

nenne ich *Sphagnum.* Zu den vielen Sonderbarkeiten dieses Mooses kommt auch noch das eigene Verhalten der Blattstellung. Die Blätter des Mittelstengels sind nach 2/5 geordnet, wie man aus der Stellung der Astbüschel entnehmen kann. Die verschiedenen Aestchen desselben Büschels zeigen verschiedene Blattstellung: von den abwärts an den Stengel angedrückten sind einige zweischneidig, andere dreikantig, je nachdem ihre Blätter unter 1/2 oder 1/3 Div. gestellt sind; die abstehenden dagegen zeigen meistens 5 gerade Blattreihen, herrührend von 2/5 St., häufig aber auch 5spiralige, indem die complicirteren Verhältnisse 3/8, 5/13, 8/21 die Stelle des einfacheren vertreten. Die verschiedenen Species verhalten sich hierin ziemlich gleich, doch sind *Sphagnum squarrosum* und *cymbifolium* die lehrreichsten und überzeugendsten.

So hat das aus der Betrachtung der Tannenzapfen gezogene Ergebniss allmählig an Ausdehnung und Bedeutsamkeit gewonnen; die Regel der Blattstellung einer kleinen Familie ist uns zur Norm für das ganze Pflanzenreich geworden. Dieselbe Reihe von Blattstellungsverhältnissen, die wir Anfangs nur in einem sehr beschränkten Kreise erblickten, steht jetzt in einer Allgemeingültigkeit vor uns, der die verhältnissmässig wenigen Ausnahmen, die uns z. B. bei den Kätzchen der Weiden, Aehren der Seggen, Kolben der Aroideen, bei den Banksien, Cacteen und Cactusartigen Euphorbien, Lycopodien, Farrnkräutern und sonst hier und da aufstossen, für die Gesammtheit des zur Blattbildung gekommenen Pflanzenreichs so wenig Eintrag thun, als die bei den Coniferen mitunter vorkommenden Fälle widersprechender Verhältnisse, deren Sonderbarkeit wir uns vorbehalten haben nachher besonders zu untersuchen. Wie diese Fälle bei den Coniferen immer nur seltene Abnormitäten sind, so muss man auch jene erwähnten anderen, der Species zwar häufig normalen,

doch für das Pflanzenreich als abnorme betrachten, indem sie in ihm dieselbe untergeordnete Stelle einnehmen, wie in der grossen Masse der Zapfen jene Sonderlinge, deren unter hundert oft kaum Einer gefunden wird. Als Abschweifungen von der wahren Richtschnur, gleichsam einer Ueberspannung der Verhältnisse ihren Ursprung dankend, nicht selten mit grosser Unbeständigkeit verbunden, und öfters in völlige Unordnung ausartend, werden sie uns in der Folge immer mehr erscheinen, meist bei solchen Pflanzen auftretend, die auch in der äussersten Sonderbarkeit ihrer Gestaltung eine Entfernung vom gewöhnlichen Gang der Entwickelung verrathen. Wir werden jedoch diesen Ausschweifungen der Natur nicht eher nachgehen, als bis wir die Reihe der normalen Blattstellungen in ihrer möglichsten Ausdehnung aufgefasst haben. Noch einmal wollen wir uns nach allen Seiten umsehen, wo uns diese Verhältnisse etwa bisher noch entgangen sein könnten, vielleicht unter Erscheinungsweisen verborgen, in denen wir sie bisher noch nicht zu erkennen vermochten. Haben wir schon früher die complicirtesten Verhältnisse in der Stellung der Bracteen gedrungener Inflorescenzen getroffen, so gelingt es uns vielleicht auch in Fällen noch inniger zusammengehaltener Blütenganzen, — wo die möglichst rasche Aufeinanderfolge der Theile, die ungeheure Anzahl und äusserste Schmalheit derselben und die Ausdehnung der alle Theile in möglichster Nähe zusammenhaltenden Achse in die Breite Veranlassung, Stoff und Raum zu der grössten Verwickelung der Blattstellung geben, — noch entferntere, in unserer bisherigen Erfahrung nirgends erreichte Glieder der Kette nachzuweisen; und wo könnten wir diese eher vermuthen, als in der Inflorescenz der *Compositae*, bei der alle Bedingungen zur Erzeugung complicirter Blattstellungen im höchsten Grade vorhanden zu sein scheinen? Und sollte die auf so leichte und

einfache Mittel zurückgeführte Kunst der mittelbaren Bestimmung der Blattstellung nicht auch hier ausreichen? Wir hoffen es, denn schon der erste Blick z. B. auf das kegelförmig erhobene Anthoclinium einer *Rudbeckia* oder auf das scheibenförmig ausgedehnte von *Chrysanthemum Leucanthemum* zeigt uns die Blütchen in wohlgefällige Bogenlinien zwischen Centrum und Peripherie gereiht, und ein zweiter Blick verändert die Ansicht und hebt andere jene ersten durchschneidende Bogenlinien hervor. Wo wir aber zweierlei Reihen abzählen können, da sind wir der Bestimmung gewiss! Diese Reihen zeigen nicht selten eine so bewunderungswürdige Regelmässigkeit der Krümmung und Genauigkeit des Ineinandergreifens, dass man kaum begreifen kann, wie eine solche hinter der Regelmässigkeit des Durcheinandergreifens der Blätterdurchgänge in ihrer Gestaltung ungestörter Mineralkörper in nichts zurückbleibende Erscheinung so lange konnte unbeachtet bleiben; zugleich ist aber diese Anordnung häufig eine so unendlich verwickelte, dass kein Künstler vermöchte, sie in der vollendeten Regelmässigkeit, in der sie aus der Werkstätte der schaffenden Natur hervorgeht, wiederzugeben, wenn nicht vielleicht mit Hilfe eigens erfundener Vorrichtung oder durch die mühevolle Construction, wie diese, noch mit mancherlei Mängeln behaftet, Taf. XLVII. von der Stellung der Blüthen auf dem Anthoclinium der Sonnenblume vorliegt. Unternimmt man es, diese zu bestimmen, so verfährt man nicht anders als an einem Tannenzapfen. Findet man in dem gegebenen Fall bei Zählung der dem Anblick zuerst sich kund thuenden Bogenlinien solcher 55, und dazu 89 steilere, schon etwas mühsamer zu verfolgende, so schliesst man daraus durch Addition beider gefundenen Coordinationszahlen auf die Zahl der unmittelbar folgenden geraden Reihen (55 + 89 = 144) und hat in dieser den Nenner, in den beiden Sum-

manden aber die Zähler der Div., und somit die vollendete Bestimmung der Blattstellung gegeben. Führen wir die durch die drei Ziffern der Divergenz im Bruchstück gegebene Reihe subtrahendo auf ihren Anfang zurück:

144, 89, 55, 34, 21, 13, 8, 5, 3, 2, 1, 1, 0

so sehen wir, dass sie dieselbe ist mit der früher aufgestellten Reihe der Coordinationszahlen, dass wir also bei der Sonnenblume nur einen verwickelteren Fall, aber dasselbe Grundgesetz haben, das wir zuerst bei den Coniferen und hernach als herrschendes durch das ganze Pflanzenreich gefunden. Um auch für diese complicirtesten Verhältnisse, die kaum irgend wo anders als bei den Syngenesisten vorkommen, einige Beispiele anzuführen, nenne ich

1) mit 55/144 ausser *Helianthus annuus* noch *Buphthalmum cordifolium* und *Carlina acaulis*, bei der die wunderbare Abgliederung der zellenartig in ein Stück verwachsenen Bracteen die Bestimmung sehr erleichtert, indem die auf der unteren Fläche der herausgefallenen Scheibe sichtbaren Löcher (durch welche die Gefässe der Blütchen mit dem Anthoclinium in Verbindung standen) die Ordnung vortrefflich zeigen.

2) mit 34/89 *Rudbeckia atropurpurea, Elichrysum fulgidum* und *Aster chinensis;* bei dem man die Stellung der Blütchen am besten nach den auf dem Anthoclinium zurückbleibenden *Alveolen* beurtheilen kann.

3) mit 21/55 *Chrysanthemum Leucanthemum* und *coronarium, Anthemis rigescens, arabica* und *discoidea, Tanacetum vulgare, Bellis perennis, Boltonia asteroides, Aster annuus, Erigeron Serpentaria, Doronicum caucasicum, Inula Oculus Christi, Rudbeckia laciniata, Gnaphalium aureum, Elichrysum bracteatum, Serratula arvensis, Leontodon Taraxacum etc.*

4) mit 13/34 *Chrysanthemum corymbosum, Matricaria*

Parthenium, Anthemis Cotula, Aster altaicus, Achillea serrata, Cacalia sonchifolia, Chrysocoma Comaurea, Doronicum Pardalianches, Calendula officinalis, Silphium connatum, Hypochaeris radicata, Apargia hispida, Hieracium Pilosella (auch *Scabiosa gigantea, alpina* und *Iasione montana*). Auch die einfacheren Verhältnisse fehlen nicht bei den Syngenesisten; es haben:

5) 8/21 *Calendula pluvialis, Cineraria amelloides* und *cruenta, Senecio lilacinus* und *vulgaris, Hieracium paludosum, Crepis tectorum, Bellium minutum;*

6) 3/13 *Aster praecox, Senecio Doria;*

7) 3/8 kommt vielleicht bei *Solidago*- oder *Achillea*-Arten vor;

8) 2/5 bei *Prenanthes muralis, purpurea, Stevia ovata.*

Haben wir die Anordnung der Blütchen der Syngenesisten, welche bedingt ist durch die ihrer Bracteen (der *paleae*), mit dem allgemeinen Gesetz der Blattstellung in Uebereinstimmung gefunden, so werden wohl auch jene Blättchen, welche der Inflorescenz vorausgehen und eine kelchartige Hülle um sie bilden, die Blättchen des Periclinium s, kein abweichendes Verhalten in ihrer Stellung zeigen. Besonders wichtig wäre es, wenn wir dies auch in den Fällen nachweisen könnten, wo die Blättchen der Hülle, kreissartig zusammengestellt und scheinbar auf gleicher Höhe befindlich, einen Wirtel bilden, oder endlich gar in eine einzige vielzähnige Röhre verwachsen. Betrachten wir zuerst solche Periclinien, welche dadurch, dass die Blättchen von Aussen nach Innen an Länge zunehmend dachziegelartig unter einander hervorragen das leichteste Anhalten zur Bestimmung gewähren. Besonders geeignet zur Untersuchung sind die der Cynareen, durch die Regelmässigkeit der Deckung und die seltene Genauigkeit, mit der sie an den normalen Verhältnissen festhalten. Unter

mehr als hundert Arten dieser Familie, die ich hinsichtlich der Ordnung der Hüllblättchen grösstentheils in mehreren, manche in sehr vielen Exemplaren untersucht habe, ist mir nur ein einziges Köpfchen von *Centaurea Scabiosa* vorgekommen, das eine Blattstellung zeigte, die uns noch fremd ist. Auch bei den Gnaphalien, Elichrysen, Achilleen und wo ich sonst noch Periclinien mit dachziegelartig sich deckenden Blättchen zu untersuchen Gelegenheit hatte, fand ich überall der Hauptkette angehörige Stellungsverhältnisse. Es wird nicht überflüssig seyn, auch hier wieder einige Beispiele herauszuheben:

1) $2/5$ ist die Ordnung der Hüllblättchen von *Staehelina fruticosa* and *corymbosa*, während die vorausgehenden Stengelblätter das complicirtere Verhältniss $3/8$ zeigen; eine seltene Umkehrung der sonst gewöhnlichen Steigerung der Verhältnisse! Sehr zierlich zeigt diese Stellung auch *Metalasia fastigiata* und zwar gerade drei Cyclen; ferner *Centaurea Calcitrapa, Achillea Ageratum* und das Involucellum des *Echinops.*

2) $3/8$ findet man bei *Centaurea Crupina, Staehelina dubia, Atractylis serratuloides, Pteronia pauciflora, Xeranthemum inapertum, Gnaphalium angustifolium, helianthemifolium, Achillea Millefolium;*

3) $5/13$ bei *Staehelina arborescens, Centaurea solstitialis, hybrida, procurrens, melitensis, calcitrapoides, auriculata, parviflora, spinosa, elongata, ceratophylla, dissecta, Carduus pycnocephalus, tenuiflorus, Cnicus Acarna, Carthamus lanatus, Pteronia viscosa* (deren noch geschlossenes Periclinium in Gestalt und Stellung der Schuppen auffallend an den Zapfen von *Pinus canadensis* erinnert), *Xeranthemum annuum* aus Dalmatien (an den cultivirten fand ich $13/34$), *Elichrysum striatum, imbricatum, Gnaphalium arenarium, proteoides, Zinnia violacea, Lactuca virosa* (nur einen Cyclus);

4) 8/21 bei *Centaurea collina, salonitana, cristata, spinulosa, deusta, virgata, lancifolia, Iacea, nigrescens, paniculata, Cyanus, montana, rhapontica, Serratula tinctoria, stoechadifolia, Cnicus radiatus* (Taf. XXIX. F. 9), *Carduus leucographus, Morisii, Candollei, Marianus, Carlina vulgaris, Elichrysum sesamoides, fasciculatum, retortum, bracteatum, Astelma fruticans, modestum, Catananche coerulea;*

5) 13/34 bei *Centaurea Scabiosa* (die Stellung der Blütchen stimmt mit der der Hüllblätter überein; wie dies überhaupt bei den Cynareen, namentlich bei den Disteln, gewöhnlich der Fall ist), *atropurpurea, tartarica, nigra, pectinata, austriaca, phrygia, Balsamita, Zoegea, muricata, Serratula arvensis, quinquefolia, Pollichii, Staehelina Chamaepeuce* (die Stengelblätter nach 3/8), *Carduus polyacanthos, fastigiatus, Argyroa, summanus, monspessulanus Cnicus stellatus, afer, pungens, palustris, acaulis, Elichrysum proliferum* (die Stengelblätter nach 3/8 und 5/13), *Gnaphalium flavissimum, semipapposum;*

6) 21/55 bei *Centaurea cichoracea, Carduus crispus, nutans, giganteus, Cnicus carlinoides, niveus, italicus, lanceolatus, hamulosus, candicans, Argemone, defloratus, Cervini, rivularis, tuberosus, Erysithales, oleraceus,* und den meisten Arten von *Onopordon.*

7) 34/89 bei *Carduus nigrescens, arachnoideus, Cnicus eriophorus, ferox, spathulatus, Onopordon acaulon;*

8) 55/144 bei *Carduus serrulatus, ciliatus* und *Serratula cynaroides* (Taf. XXIX. F. 10.).

Versuchen wir es jetzt auch die wirtelartig gebildeten Periclinien mit den vorherbetrachteten in Einklang zu bringen; denn die Verwandtschaft der Pflanzen, bei denen die einen und die andern vorkommen, lässt uns wohl auch eine Aehnlichkeit in der Bildung der Hülle vermuthen. Zu-

erst sind uns die Zahlenverhältnisse, auf die wir bei der Untersuchung dieser Hüllen stossen, auffallend und durch ihre Uebereinstimmung mit den Anzahlen der Glieder der bisher betrachteten Blattstellungen bedeutend. So finden wir z. B. 5 Hüllblättchen bei *Alcinia*, *Pectis*, *Prenanthes;* 8 bei *Tragopogon*, *Tagetes patula*, *Galinsoga parviflora*, *Senecio ovatus*, *Lapsana* und *Chondrilla* (wenn man nämlich die äusseren kleinen, nicht mit den übrigen im Kreisse stehenden, bei der Zählung unbeachtet lässt); 13 bei *Bellis*, *Bellium*, *Cineraria amelloides*, *Cacalia sonchifolia*, *Calendula pluvialis*, *Wibelia chondrilloides*, *Apargia hispida*, *Thrincia hirta*, *Hieracium praemorsum*, *Crepis biennis;* 21 bei *Tussilago Farfara*, *nivea*, *Cineraria spathulaefolia*, *Senecio Doria*, *vulgaris*, *Leontodon Taraxacum*, vielen *Hieracien*, wenn man bloss die inneren gleichhohen Blättchen, die offenbar ein Ganzes bilden, zählt. Bei *Doronicum caucasicum* zählt man gewöhnlich 34 Blättchen des Pericliniums. Sollten nun die Blättchen dieser Periclinien, zumahl da die ihnen meist vorausgehenden kleineren, zerstreuten eine ähnliche Art der Aufeinanderfolge der scheinbar kreisständigen wahrscheinlich machen, nicht nach denjenigen Blattstellungsverhältnissen geordnet seyn, mit denen sie in der Anzahl der Glieder übereinstimmen? sollten sie nicht einzelne Cyclen nach den gewöhnlichen Verhältnissen gestellter und nur in möglichster Nähe zusammengehaltener und sogar zuweilen mit den Rändern zusammenwachsender Blättchen seyn? Wie können wir uns hierüber Gewissheit verschaffen? Wenn gleich die Blättchen dieser Hüllen weder dachziegelartige Deckung noch Auseinanderrückung in verschiedenen Höhen wahrnehmen lassen, so sind sie doch nicht von ganz gleichartiger Beschaffenheit und Lage. Einige von ihnen sind breiter, derber und grüner, andere schmäler, zärter und bleicher; schon diess deutet auf eine zeitliche Ver-

schiedenheit ihrer Entstehung; sie sind gewiss nicht alle gleichsam aus einem Guss hervorgegangen, sondern viel wahrscheinlicher in einer gewissen Aufeinanderfolge, eins nach dem anderen, zum Dasein gekommen. Zugleich bemerkt man, dass die derberen, grüneren Blättchen die Ränder der bleicheren, zärteren etwas bedecken, und dass dabei stets einige Blättchen sich finden, welche sowohl in der Textur als in der Deckung eine Mittelbeschaffenheit zeigen, indem sie einen derberen, deckenden und einen zärteren, bedeckten Rand haben. Diese Bemerkung erhebt die frühere Vermuthung zur Gewissheit, und giebt uns sogar Hoffnung, dass die Art ihrer zeitlichen und räumlichen Aufeinanderfolge sich genau werde bestimmen lassen. Jedes besondere Blattstellungsverhältniss muss auch ein besonderes Verhältniss der gegenseitigen Deckung der Blättchen bedingen; es muss sich also durch die Vergleichung der nach der Construction der Blattstellungen geforderten Deckungsweisen mit dem wirklich bei den Periclinien, deren Untersuchung uns beschäftigt, vorkommenden entscheiden lassen, ob die Anordnung der Hüllblättchen wirklich jedesmal demjenigen bekannten Stellungsverhältniss folgt, auf das ihre Anzahl hindeutet. Die verschiedenen Deckungsweisen nach den verschiedenen Blattstellungen beschreibend durchzugehen, wäre ermüdend; man macht sich von ihnen am leichtesten durch Zeichnung von Grundrissen nach den Blattstellungsschemen einen deutlichen Begriff. Das babei zu Beobachtende ist die Zahl und Aufeinanderfolge der zweiseitig-deckenden, halbseitig-deckenden und beiderseits bedeckten Blättchen. Ich will hier nur die Zahlenverhältnisse, in welchen diese bei den verschiedenen Stellungen zu einander stehen, angeben; die mittlere Zahl soll immer auch die das Mittel haltenden halbseitig-deckenden und halbseitig-bedeckten Blättchen angeben:

bei	1/2	sind	es	1	. . .	0	. . .	1
—	1/3	—	—	1	. . .	1	. . .	1
—	2/5	—	—	2	. . .	1	. . .	2
—	3/8	—	—	3	. . .	2	. . .	3
—	5/13	—	—	5	. . .	3	. . .	5
—	8/21	—	—	8	. . .	5	. . .	8

. . . . . .

Dass nun die bei den wirtelartigen Periclinien vorhandenen Deckungsweisen wirklich mit denen übereinstimmen, welche den Blattstellungen der Hauptkette nothwendig zukommen, davon kann man sich an sehr vielen Beispielen zur Genüge überzeugen: von der 2/5 St.*) an *Alcina perfoliata*, *Pectis prostrata*, *Prenanthes purpurea;* von 3/8 an *Coreopsis tinctoria* (dem äusseren und inneren Periclinium), *Tragopogon pratensis* (Taf. XXX. F. 4.), *Lapsana communis*, *Chondrilla prenanthoides;* von 5/13 an *Bellis perennis*, *Thrincia hirta*, *Crepis tectorum*, und von 8/21 an *Leontodon Taraxa-*

*) Die durch 2/5 St. bedingte Deckungsweise (Taf. XXXI. Fig. 5.) stimmt mit dem überein, was man *Aestivatio quincuncialis* zu nennen pflegt, ein Ausdruck, dessen beide Hälften gleich unpassend sind. Ich will hier nur in Beziehung auf die zweite Hälfte desselben bemerken, dass die für die 2/5 St. eingeführte Benennung »*quincunx*,« wenn man auch die hier ganz unrichtige Anwendung dieses Worts entschuldigen könnte, völlig überflüssig ist, und ebensowenig beibehalten zu werden verdient, als die übrigen Blattstellungsverhältnisse ähnliche Namen zu erhalten verdienen. Die wahre Figur des Quincunx ist überall da zu sehen, wo die Blätter aufeinanderfolgender Wirtel abwechselnd gestellt sind; so hat man z. B. den einfachsten Quincunx, wenn man sich *folia decussata* so vorstellt, dass auf jede Seite eine Blattreihe fällt, eine aber, dem Gesicht gerade gegenüber, in die Mitte. Dabei werden von den seitlichen Blättern je zwei übereinander stehende Paare ein Viereck bilden, dessen jedesmalige Mitte ein Blatt der mittleren Reihe einnimmt. Die 2/5 St. stimmt auf keine Weise betrachtet mit der Figur des Quincunx überein, am wenigsten im Grundriss, in welchem sie vielmehr, wenn man die 5 durch die Blätter des Cyclus gegebenen Punkte nach ihrer Aufeinanderfolge durch gerade Linien verbindet, drei nach Art des sogenannten Druidenfusses verschlungene Dreiecke vorstellt.

cum. Es sind also diese Periclinien nichts Anderes als gleichsam abgerissen und einzeln, als abgeschlossene Ganze, hingestellte Cyclen der Hauptkette angehöriger Blattstelluungen. Auch die dem abgeschlossenen Periclinium vorausgehenden, bald mehr oder weniger zerstreuten, bald in eine äussere Hülle gesammelten Blättchen zeigen bekannte Stellungsverhältnisse, und zwar zeigt die äussere Hülle entweder dasselbe Stellungsverhältniss, das in der inneren obwaltet, oder ein einfacheres. Ein Beispiel der ersten Art gibt *Gnaphalium gallicum*, bei dem unterhalb den 5 grösseren in einen Kegel zusammengeneigten Hüllblättern sich noch 5 sehr kleine Blättchen befinden. Zwei von einander abgesetzte Cyclen der 2/5 St. zeigt auch *Scorzonera hispanica,* jedoch zuweilen mit einem zwischen beiden stehenden Uebergangsblatt (Taf. XXX. F. 5. 6. 7. 8.). Zwei Cyclen der 3/8 St. zeigt das Periclinium von *Coreopsis verticillata*; die Blättchen des äusseren sind steif, schmal und grün; die des inneren, welche breiter und braun sind, wechseln mit den äusseren ab, eine Erscheinung, auf die wir später zurückkommen werden. Noch merkwürdiger sind die Fälle der andern Art, in welchen die zwei Hüllen verschiedene Stellungsverhältnisse aufzuweisen haben; so hat *Prenanthes muralis* 3 äussere und 5 innere (Cyclen nach 1/3 und 2/5); *Cichorium Intybus, Lapsana communis* und *grandiflora, Chondrilla prenanthoides* 5 äussere und 8 innere Hüllblättchen (2/5 und 3/8); *Crepis tectorum* und *biennis*, *Hieracium blattarioides* 8 äussere, kleinere, abstehende und 13 innere, längere, aufrechte (3/8 und 5/13); *Hypochaeris radicata* 13 äussere, kürzere und 21 innere (5/13 und 8/21). In allen diesen Fällen sehen wir ein stufenweises Fortschreiten von den einfacheren zu den complicirteren Verhältnissen, eine Art der Aufeinanderfolge der Blattstellungen, die wir schon früher, nur nicht wie hier cyclenweise absetzend, be-

merkt haben und noch einmal in Erinnerung bringen wollen. So sieht man bei *Potamogeton crispus* auf zweizeilige Blätter in der Aehre 1/3 folgen; bei manchen Carexarten (*sylvatica, hirta, remota, panicea* auf 1/3 in der Infl. 2/5 oder 3/8; bei *Genista sagittalis* stehen die Blätter an den unfruchtbaren Zweigen zweizeilig, an den fruchttragenden dagegen geht die Blattstellung durch 1/3 in die 2/5- oder gewöhnlich 3/8 St. der Infl. über; an *Camelina sativa* sah ich an den untersten Blättern bis zur Infl. 1/3, 2/5 und 3/8 sich folgen; bei *Centaurea horrida* folgt auf die 3/8 St. der Blätter im Periclinium 5/13; bei *Chrysocoma Comaurea* schliesst sich an 8/21 im *Calathidium* 13/34 an; bei *Lactuca virosa* folgen sich 3/8 (Stengelblätter), 5/13 (in der Hülle) und 8/21 (in der St. der Blütchen). Auch bei den Coniferen kann man eine ähnliche Stufenfolge der Blattstellungen finden, wenn man junge Bäumchen in ihrer Entwickelung verfolgt: die am ursprünglichen Stämmchen der Fichte, Weiss- und Rothtanne herrschende 5/13 St. steigert sich an dem immer kräftiger werdenden Mittelschoss allmählig auf 8/21, 13/34 und selbst 21/55. Es werden jedoch auch nicht selten bei der Aufeinanderfolge verschiedener Blattstellungen mehrere Glieder übersprungen, so dass z. B. auf 2/5 oder 3/8 unmittelbar 8/21, 13/34 oder noch verwickeltere Verhältnisse folgen, wie es bei den Disteln der Fall ist. Es geschieht dies namentlich da, wo auch die Metamorphose bedeutende Absätze zeigt, wie z. B. bei *Plantago media* zwischen den Stockblättern und der Inflorescenz (bei ersterer finden wir 3/8, in letzterer gewöhnlich 13/34 St.). Alle diese Beispiele bewähren nicht nur von Neuem die natürliche Verwandtschaft aller Glieder der Kette der Blattstellungen, sondern zeigen uns auch die innige Beziehung, in welcher die Veränderungen dieser zum Fortgang der Metamorphose stehen.

Bei der Untersuchung der kelchartigen Hüllen sind wir durch die Abgeschlossenheit der Blattstellungscyclen, die bereits sich zeigende Alternation, besonders aber durch das Vorkommen gamophyllischer Periclinien (z. B. bei *Senecio*, *Tagetes*) allzusehr an die wirklichen Kelche erinnert worden, als dass wir uns enthalten könnten, schon jetzt den Blick in ein Gebiet, das uns wegen Mangel an hinreichender Vorbereitung eigentlich noch versagt ist, hinüberschweifen zu lassen, und zum Voraus Einiges zu erfahren von den Geheimnissen, die in der Blüte bewahrt sind, und die sie Keinem enthüllt, der nicht durch das Studium der ihr vorausgehenden Stufen vorbereitet anlangt; denn sie selbst konnte ja nur durch Zurücklegung dieses Wegs ihre Höhe erreichen. Daher können wir jetzt auch erst Einzelnes, Abgerissenes, in der Blüte erblicken, nur das, was zu sehen und zu finden wir bereits geübt sind. Es drängt sich uns bei der Vergleichung der wirtelartig gebildeten Periclinien mit den Wirteln der Blüte die Frage auf, ob nicht in diesen eben so wie in jenen eine Succession der constituirenden Theile nachzuweisen sei. Sollten die Wirtel in der Blüte nicht gleichfalls abgeschlossene Cyclen ebenderselben Blattstellungen sein, nach denen wir bisher nie vergebens gesucht haben? Die in den Blüten herrschenden Zahlen 2, 3, 5, 8 (und 13 bei *Sempervivum*) und ihre Verdoppelungen 4, 6, 10 unterstützen diese Vermuthung. Sollte uns hier nicht gleichfalls die Deckung der noch zur Knospe zusammengefalteten Blütenblätter Aufschluss geben? Allein, wenn ich vorhin schon dem blossen Namen der Aestivation auszuweichen suchte, so möchte ich noch weit mehr den Gegenstand selbst vermeiden. Die Aestivation ist ein gefährliches Irrlicht für den unerfahrenen Wanderer auf dem Pfad der Taxologischen Untersuchung! Ihre Täuschungen und zugleich ihre Gesetze aufzudecken

wäre nichts Geringes und nichts Leichtes. Die *Aest. imbricativa* ist bei der Blume fast immer triegerisch *), beim Kelch zwar zuverlässiger, aber in manchen Fällen dennoch täuschend, also dass es schwer ist, zu entscheiden, wann man auf sie bauen darf; die *Aest. contorta* setzt einen Schein von Succession und hebt ihn selbst wieder; wenn endlich die *Aest. valvaris* aller Succession widerspricht, so traue man ihr so wenig, als den beiden vorigen. Beispiele von zuverlässiger Aestivation geben: der Rosenkelch (Taf. XXXI. F. 1.), der auch durch die verschiedene Gestaltung seiner Blättchen einen schönen Beweis für die 2/5 St. gibt; ferner die Kelche von *Polygonum, Scleranthus, Cerinthe, Atropa, Scrophularia, Swertia, Convolvulus, Oxalis, Geranium, Linum, Hypericum, Cerastium, Stellaria, Arenaria, Delphinium, Ranunculus,* an welchen sämmtlich man sowohl in der Deckung, als in der Grösse und Textur der Kelchblätter die 2/5 St. erkennt. Bei *Parnassia* verfolgt man diese Deckung der Kelchblätter an der ganzen Länge des Blütenstiels; bei *Mesembryanthemum* sind die zwei äusseren Kelchblätter gleich den vorausgehenden Stengelblättern noch grün und fleischig, die drei inneren aber trokken und häutig. Ausgezeichnet schön zeigt die Aufeinanderfolge der Kelchblättchen eine von Schimper in München gefundene Spielart des *Rubus caesius*, dessen zwei innere Kelchblätter ganz sind, das mittlere aber nur einseitig petaloidisch ist (Taf. XXXI. Fig. 2.). Auch die gegenseitige Deckung der Zähne vieler gamosepalischer Kelche spricht für 2/5 St.;

*) Die Blumenblätter des *Rubus odoratus* zeigen unter sich 5 verschiedene Deckungsarten; da diese sämmtlich wieder Lageveränderungen in Beziehung auf den Kelch unterworfen sind, so ist die Anzahl relativer Modificationen der Aestivation sehr gross. Dass diese verschiedenen Deckungsweisen nicht die wahre Aufeinanderfolge der Blumenblätter angeben, ist aus vielen Gründen gewiss. Solcher Beispiele könnte ich eine grosse Menge anführen.

so bei *Polemonium*, *Agrostemma Githago*, *Dianthus* (Taf. XXXI. Fig. 4. 5.). Ganz wie bei den getrenntkelchblättrigen Caryophylleen unterscheidet man bei der Nelke zwei derbere Kelchblättchen mit grünem, deckendem Rand, zwei innere zartere mit weissen Rändern, und ein verschiedenseitiges, das sich durch die Vereinigung beider Eigenschaften als das mittlere verräth: nur sind diese 5 Blättchen nicht frei, wie bei jenen, sondern mit ihrem Grund in eine lange Röhre verwachsen. Die entgegengesetzte Ansicht, die Ansicht der Erzeugung der Kelchblätter durch geringere oder stärkere Theilung einer einzigen Blase oder eines einzigen Scheidenblatts, zu der die Gestalt des Kelchs von *Cucubalus Behen*, das scheidenartige Ansehen desselben bei *Gentiana lutea*, das klappige Zusammenliegen der nicht ohne Gefässzerreissung zu trennenden Kelchzähne von *Campanula persicifolia* und viele andere Erscheinungen verleiten könnten, widerspräche also nicht nur der Analogie mit den Periclinien, sondern auch der bei so vielen Kelchen offenbar auf 2/5 St. deutenden Zusammenlage der *Sepala*. Ganz unvereinbar wäre auch diese Annahme mit dem Vorkommen der abnormen Auflösung der Blütenkreise, welche anfängt mit dem Heraustreten eines einzigen Gliedes aus dem wirtelartigen Verband, und mit der Auseinanderrückung (und meist damit verbundenen Vergrünung) aller Blütentheile endigt. Die Beobachtung dieser abnormen Vorgänge gibt das untrieglichste Anhalten für die Bestimmung der wahren Aufeinanderfolge der Blütentheile, und deutet überall darauf hin, dass sämmtliche Wirtel der Blüte aus ursprünglich mehreren nur bald lockerer, bald inniger sich verbindenden Blättern bestehen. Die fünfgliederigen Blütenkreise scheinen, wenn man einen Theil der sogenannten unregelmässigen Blüten ausnimmt, überall nach 2/5 St. angeordnet zu sein, so dass also dieser Stellung, die

wir schon vor und ausser der Blüte als die häufigste erkannten, eine nicht mindere Verbreitung innerhalb derselben zukäme. Selbst bei den Blüten der Monocotyledoneen fehlt sie nicht ganz, wie namentlich die als nicht seltene Abnormität bei Tulpen, Narcissen und Hyacinthen vorkommenden 5zähligen Blüten zeigen (Taf. XXXI. Fig. 6. zeigt die Art des Uebereinandergreifens der Läppchen des Saums einer fünfzähligen Blüte von *Muscari botryoides*). Wie in den Blüten der Dicotyledoneen die 2/5 St., so ist in denen der Monocotyledoneen die 1/3 St. die vorherrschende, ohne jedoch bei den Dicot. zu fehlen, wie die Gattungen *Asarum, Aristolochia, Rumex, Berberis, Podophyllum, Pulsatilla* und andere mehr beweisen. Auch zweigliedrige Blütenkreise, also die St. 1/2, kommen in beiden Classen vor, wovon für die eine *Maianthemum*, für die andere *Salix, Buxus, Pachysandra, Fraxinus, Circaea, Epimedium, Chrysosplenium*, die *Fumariaceen, Cruciferen* und *Papaveraceen* Beispiele liefern. Die complicirteren Stellungsverhältnisse finden sich in den äusseren Blütenkreisen seltener, häufiger dagegen in der Anordnung der Staubblätter und Fruchtblätter. Beispiele, bei denen sie sich wirklich nachweisen lassen, geben:

1) für 3/8 *Ranunculus Ficaria* (Taf. XXXI. Fig. 3.) und *Adonis autumnalis*, deren Blumenblätter durch ihre gegenseitige Deckung auf diese Stellung hinweisen. Die Aufeinanderfolge, die man in der Entwickelung der Staubblätter bei *Acer* bemerkt, deutet auf 3/8; auch die 8 Staubblätter der meisten *Polygona* lassen diese Stellung deutlich erkennen.

2) 5/13 zeigt sich, sehr leicht bestimmbar, in der Anordnung der Carpellen einiger Magnolien, von *Adonis aestivalis* (Taf. XXXI. Fig. 8.); der Staubblätter von *Anemone ranunculoides*, bei denen man alle durch die 5/13 St. bedingten Wendeln nachweisen kann (Taf. XXXI. Fig. 7.); auch bei der gefüll-

ten Blume des *Ranunculus repens* kann man sich leicht von der Anordnung der Petala nach dieser Stellung überzeugen. Merkwürdig ist in diesem Fall, dass diese Petala ein einfacheres Stellungsverhältniss beobachten, als die *Stamina* der normalen Blüte, aus deren Verwandlung sie hervorgegangen. *Calycanthus floridus* zeigt diese Stellung fortlaufend durch die ganze Blüte, ohne Abgrenzung der Blattstellungsperioden, wie man besonders schön an den beim Abfallen der Blütentheile zurückbleibenden Narben sieht. In diesem ununterbrochenen Fortlaufen der Blattstellung durch mehrere (jedoch selbst nicht scharf abgesonderte) Formationen der Blüte zeigt *Calycanthus* eine Uebereinstimmung mit *Cactus*, bei welchem gleichfalls die Blattstellung, mit den kleinen hinfälligen Blättchen am Blütenstiel anfangend, stetig fortgeht durch Kelch und Blume. *Cactus phyllanthus* verdient wegen der 5/13 St. seiner Blütentheile hier namentlich angeführt zu werden.

3) 8/21 finden wir an den Blüten von *Cactus speciosus* und *flagelliformis*, bei den Staubblättern von *Adonis aestivalis*, den Carpellen von *Adonis autumnalis*, *Ranunculus bulbosus*, *repens*, *polyanthemos*, *Ceratocephalus falcatus*.

4) 13/34 ist die Stellung der Carpellen bei *Adonis vernalis*; der Staubblätter bei *Liriodendron tulipifera* und *Helleborus foetidus*; man kann sich davon besonders bei letzterem durch Betrachtung der nach dem Abfallen der Staubblätter an der Blütenachse zurückbleibenden Narben aufs vollkommenste überzeugen.

5) 21/55 fand ich in der Stellung der Carpellen riesenhafter Exemplare von *Myosurus minimus*; kleinere zeigten 13/34, an den allerkleinsten Sicilianischen fand ich nur 8/21. Es gibt kaum ein Beispiel, bei dem die bedingten Wendeln zierlicher hervorträten als bei der Frucht des *Myosurus*, die

im Ansehen, wie in der Blattstellung, die Aehre einer *Plantago* nachahmt.

Aber nicht nur in der Stellung der Theile aller einzelnen Formationen der Blüte finden wir die uns von der vorausgegangenen Untersuchung der Blattstellung her bekannten Verhältnisse wieder, sondern auch das Steigen und Fallen dieser Verhältnisse in den sich folgenden Entwicklungskreisen ist nur die Wiederholung dessen in der Blüte, was wir bereits an der noch grünenden Pflanze und besonders an den Periclinien der *Lactucaceen* bemerkt haben. So folgen sich bei *Cistus* in Kelch und Blume, bei *Polygonum Hydropiper* in Kelch und Staubblättern 1/3 und 2/5; bei *Dryas octopetala, Polygonum aviculare etc.* 2/5 und 3/8; bei *Nigella* desgleichen, in der Frucht auf 2/5 zurückkehernd; bei *Acer* auf 2/5 in Kelch und Blume mit den Staubblättern 3/8, in der Frucht auf 1/2 (seltener 1/3) heruntergehend; bei *Anemone ranunculoides* folgen sich in der Hülle, der Blume und der Ordnung der Staubblätter 1/3, 2/5, 5/13; bei *Ranunculus Ficaria* in Kelch, Blume und Staubblättern nebst Carpellen 1/3, 3/8, 13/34; bei *Adonis aestivales* 2/5, 3/8, 8/21, 5/13; bei *Helleborus foetidus* 2/5, 3/8, 13/34, in der Frucht gewöhnlich mit 1/3 schliessend. Ueberhaupt ist ein Rückgang auf einfachere Verhältnisse, namentlich auf 1/3 oder 1/2, in der Fruchtknospe sehr gewöhnlich; ersteres z. B. bei *Passiflora*, *Silene*, letzteres bei *Solanaceen*, *Personaten*, *Asperifolien etc.* So haben wir also auch hier, in den Blattperioden der Blüte, nur enger geknüpft und daher schwieriger zu unterscheiden, dieselben Blattstellungsverhältnisse wiedergefunden, die sich, offener dargelegt und der Untersuchung leichter zugänglich, in der Vegetationspflanze überall gezeigt hatten. Wenn wir aber auch somit für das Verhalten der Glieder aller einzel-

nen Entwicklungskreise der Blüte den Schlüssel gefunden haben, so bleibt uns doch nothwendig die Fügung dieser Elemente in die Harmonie des Ganzen, die, auch unverstanden, uns schon wunderbar anspricht, jetzt noch ein unaufgelöstes Räthsel. Aber soviel Erkenntniss haben wir doch gewonnen, dass auf allen Höhen der Entwicklung, soweit nur die Pflanze und das Pflanzenreich Blätter hervorbringt, dieselben Gesetze der Blattstellung herrschen; dass von den Moosen an bis zu den obersten Familien der zweikeimblättrigen Pflanzen, von den untersten Blättern des Keimpflänzchens bis zur Blüte und Frucht überall dieselben, durch die Bande der innigsten Verwandtschaft in eine Kette verknüpften Verhältnisse wiederkehren. Mit diesem Ergebniss könnten wir unsere Untersuchung schliessen, wenn nicht alle jene in unserer Kette keine Stelle findenden und bisher leichtfertig übergangenen Fälle, gleich einem noch unbesiegten und auf den Ruin unseres Systems lauernden Feinde, uns beunruhigten und noch einmal zurückzukehren zwängen zum Anfang der Untersuchung, zu den lange zurückgesetzten und beinahe vergessenen Tannenzapfen.

Wir erinnern uns der in die zweite Gruppe zusammengestellten Abweichungen von der normalen Blattstellung des Zapfens der Rothtanne, derjenigen Fälle, welche eine Abweichung in der Zahl der Zeilen, im Uebrigen aber die bekannten Reihen der Coordinationszahlen zeigten. Diese Fälle genauer zu betrachten, wird jetzt unsere Aufgabe sein. Wir finden ihrer zwei bei der Rothtanne, beide jedoch nur äusserst selten; ähnliche kommen häufiger bei *P. Strobus,* am häufigsten bei *P. pendula* und *canadensis* vor. Man vergleiche zuerst Taf. XXIII. Fig. 4., einen Zapfen von *Pinus Picea.* Man findet an ihm die 2-, 3-, 5-, 8-, 13- und 21 zähligen Wendeln, wie bei den unter Fig. 2. und Fig. 3. abge-

bildeten, allein die 34zähligen Reihen sind bei ihm weder senkrecht, wie bei jenem unter Fig. 2., noch nach der, der Richtung der 21zähligen entgegengesetzten Seite von der senkrechten abweichend, wie bei dem unter F. 3., sondern, widersprechend dem mit allen früher betrachteten Verhältnissen unzertrennlich verbundenen Gesetz der abwechselnden Wendung der verschiedenen Reihen, nach derselben Seite geneigt mit den zunächst vorausgehenden 21zähligen Wendeln. Dadurch werden natürlich alle der 34zähligen gleichwendigen Reihen etwas nieder gedrückt, alle gegenwendigen aber aufgerichtet, und es zeigt sich hierin eine Aufhebung des Gleichgewichts, in welchem sich bei den Blattstellungen aus der Kette der nächstverwandten Verhältnisse alle Blattwendeln wechselseitig halten. Die ganze Ordnung hat etwas Einseitiges erhalten dadurch, dass zweierlei Blattreihen mit gleichseitiger Wendung aufeinander folgen. Aus der Betrachtung der Figur sieht man sogleich, dass die senkrechten Blattreihen hier nicht, wie bei Fig. 3., in mittlerer Richtung zwischen den 21- und 34zähligen zu suchen sind, ihre Zahl also auch nicht die Summe der Coordinationszahlen dieser beiden seyn kann, sondern dass sie vielmehr in diagonaler Richtung zwischen die 13- und 34zähligen fallen, ihrer also 13+34=47 vorhanden sein müssen. Man erkennt dieses bei unserer Figur daran, dass die 48ste Schuppe in senkrechter Linie über der ersten steht. Wir sehen also hier eine von der stricten Fortsetzung der Kette abweichende Stellung, eine mittlere nicht zwischen 8/21 und 13/34, wie sie als nächstes Glied der Kette gefordert wäre, sondern zwischen 13/3[illegible] und 5/13. Die Div. muss also in diesem Falle $\frac{13+5}{34+13} = \frac{1}{2}$ seyn. Unter eben dieser Div. finden wir die Stellung der Schuppen an dem Taf. XXV. Fig. 1. abgebildeten Zapfen der

Ceder. Eine andere Abweichung vom gewöhnlichen Gleichgewicht der Blattreihen, die ich bei der Rothtanne nur ein einziges mal und zwar an einem sehr verkrüppelten Zapfen gefunden habe, sehen wir Taf. XXVI. Fig. 10. am Zapfen der europäischen Lerche und Fig. 11. an dem der amerikanischen (*P. pendula* Ait,). Wich der vorige Fall nur sehr wenig von 13/34 ab, so haben wir in diesem die entsprechende Abweichung von der 8/21 St. Das Schema davon zeigt Taf. XLI. Es wenden sich in diesem Fall die 13zähligen und 21zähligen Reihen nach derselben Seite, und die senkrechte erhebt sich zwischen der 8zähligen und 21zähligen. Die Div. ist somit $\frac{3+8}{8+21} = \frac{11}{29}$. Man bemerkt auffallend an Fig. 10. und 11. die unverhältnissmässige Aufrichtung der 8zähligen Wendeln auf der einen, und Niederlegung der 13zähligen und 21zähligen auf der andern Seite. Eben diese Abweichung von der 8/21 St. habe ich auch, jedoch nur einmal, am Zapfen der Weihmuthskiefer bemerkt. Die dritte Abweichung dieser Art, die letzte die ich bei Coniferen gefunden, sehen wir Taf. XXVI. Fig. 8. an einem Zapfen von *P. canadensis*. Hier ist es die 13zählige Reihe, welche, an Statt der 8zähligen entgegen, nach derselben Seite mit ihr geneigt ist, also dass die entstehenden Zeilen zwischen die 5- und 13zählichen Reihen fallen und wir auf eine Div. von $\frac{2+5}{5+13} = \frac{7}{18}$ schliessen. Taf. XL gibt das Schema dieser Stellung. Ich fand sie nicht nur bei der schon genannten Art, sondern auch bei *P. Strobus* öfters. Diese und noch andere von der früher betrachteten Kette abweichende, jedoch immer noch innerhalb der von 1/2 und 1/3 ausgesteckten Grenzen gelegene Stellungsverhältnisse kommen hie und da im Pflanzenreich zerstreut vor, häufiger bei Mono- als bei Dicotyledo-

neen, am häufigsten aber bei den Laubmoosen, und zwar bald, wie bei den Coniferen, als abnorme Erscheinungen, bald aber auch als für die Species normale Blattstellungen. Bevor wir von solchen Beispielen einige zum Vergleich herausheben, betrachten wir noch einmal das Verhalten der jetzt aufgedeckten Verhältnisse zu denen der Hauptkette. Während in der stricten Fortsetzung der Kette jedes folgende Glied aus der Vereinigung der zwei nächstvorausgehenden entsteht, muss man, um die Formeln für die so eben betrachteten abweichenden Blattstellungen zu erhalten, bei der Vereinigung der Verhältnisse jedesmal ein Glied der Kette überspringen, also nicht nach der nächsten, sondern nach der entfernteren Verwandtschaft die Verhältnisse verbinden. Man erhält auf diese Weise folgende anomalen Blattstellungsverhältnisse:

1) $\frac{0+1}{1+3} = 1/4$	4) $\frac{2+5}{5+13} = 7/18$	7) $\frac{8+21}{21+55} = 29/76$
2) $\frac{1+2}{2+5} = 3/7$	5) $\frac{3+8}{8+21} = 11/29$	8) $\frac{13+34}{34+89} = 47/123$
3) $\frac{1+3}{3+8} = 4/11$	6) $\frac{5+13}{13+34} = 18/47$	— — —

Das erste von diesen Verhältnissen betrachten wir noch nicht, weil wir dadurch aus dem Gebiet der 2- bis 3ständigen Blattstellungen herausgeführt würden, welches Gebiet zu überschreiten uns die bisherigen Beobachtungen noch nicht veranlasst haben; das vierte, fünfte und sechste haben wir bereits bei den Coniferen nachgewiesen; für das Vorkommen des zweiten und dritten werde ich sogleich Beispiele anführen. Bei der Betrachtung der Zapfen erschienen uns diese Stellungen im innigsten Zusammenhang mit den Gliedern der Hauptkette, als blosse Abweichungen von diesen; auf ähnliche Weise wird man sie, wenn man nur genau darauf Acht gibt, wohl noch bei sehr vielen Pflanzen auffinden können Bei

wenigen kommen sie, wie z. B. bei einigen Laubmoosen, zu einem festen Bestehen, und noch seltener scheinen sie sogar eine gewisse Selbstständigkeit der Kette, die sie unter sich bilden, zu behaupten, darin nämlich, dass der Wechsel, die Steigerung der Blattstellung ihnen folgt, wie dies bei *Musa* der Fall ist, bei der auf $3/7$ in der Infl. $4/11$ St. eintritt. Um diese Gruppe abweichender Verhältnisse in der Natur noch weiter nachzuweisen, führe ich die hauptsächlichsten Beispiele an, bei denen sie mir vorgekommen sind:

1) für $3/7$ kann ich ausser den Musen (namentlich *M. sapientum* und *rosacea*, sowohl im Münchner als im Carlsruher bot. Garten) keine weiteren Beispiele anführen. Das Schema dieser Stellung zeigt Taf. XXXVI. Fig. 5.

2) $4/11$ ist das Stellungsverhältniss der Bracteen bei *Musa*; zeigt sich auch zuweilen an jüngeren Stöcken von *Agave americana*. Auch an einem Schössling von *Rosa gallica* und einem ebensolchen von *Myrtus communis* ist mir diese Stellung vorgekommen. Unter den Laubmoosen findet sie sich, theils constant, theils als der gewöhnliche Fall, bei *Dicranum scoparium, Schraderi, multisetum* (Taf. XXX. Fig. 3.), *Meesia hexasticha* und *longiseta, Catharinea undulata* (an kleinen Exemplaren kommt wohl auch $3/8$ und selbst $2/5$ vor), *Grimmia ovata, affinis, atrata, cernua* β. *spiralis*, bei welcher die durch die Aufhebung des Gleichgewichts hervorgehobenen 3-zähligen Wendeln, begünstigt durch die Kürze der Blätter und Schlankheit der Stämmchen, sich besonders zierlich ausnehmen; ferner bei *Cinclidotus fontinaloides* und *Hypnum trifarium*, welches der Aufrichtung der 3zähligen Wendeln seinen Namen verdankt.

3) $7/18$ fand ich an *Euphorbia rigida* in bewundrungswürdiger Regelmässigkeit; auch an einem jungen Stöckchen von *Dracaena Draco* und öfters bei *Aloe Reinwardti*. Diese

Stellung ist es, welche die zierlich gedrehten Blattreihen der Macromitrien hervorbringt, und zwar sind jene äusserst regelmässigen Spiralen die 5zähligen Wendeln, welche bei dieser Stellung nothwendig vor allen andern hervortreten müssen. Besonders schön sah ich dieses Verhältniss an *Macromitrion Reinwardti* und *Schlotheimia Blumii*, einer von Blume auf Java entdeckten Art; auch bei *Schl. cirrhosa*, *Aulacomnion palustre*, *Dicranum Neesii* (gleichfalls von Blume aus Java zurückgebracht) und *sanctum* (mit 5/13 wechselnd), zuweilen selbst bei *Polytrichum commune*, und häufig bei einer goldgelben auf trockenen Hügeln wachsenden Abart von *Hypnum purum*.

4) 11/29 fand ich nirgend als normales Stellungsverhältniss, sondern nur als Ausnahme bei einer jungen *Dracaena Draco*, in der Infl. von *Plantago media*, *Orchis conopsea* und einmal an *Bryum Schleicheri*: in allen diesen Fällen die Stelle der 8/21 St. vertretend.

5) 18/47 sah ich ausser den schon bei der Betrachtung der Zapfen angeführten Fällen nur noch bei *Plantago media* (als nicht sehr seltene Ausnahme) und an einem im Münchner Museum aufbewahrten, und durch seine enorme Grösse ausgezeichneten männlichen Blütenkolben einer Palme, deren Namen mir nicht mehr gegenwärtig ist.

6) 29/76 ist mir in der Natur noch nicht vorgekommen, dagegen fand ich:

7) 47/123 bei *Bonapartea iuncea* (im Carlsr. bot. Garten).

Aber mit diesen ersten und nächsten Abweichungen von der Haupt- und Mittelkette der Blattstellungsverhältnisse ist der Kreiss der in der Divergenz zwischen 1/2 und 1/3 liegenden Blattstellungen noch keineswegs geschlossen; es ist uns vielmehr durch sie ein noch weit ausgedehnteres Feld anomaler Stellungen erst eröffnet, in das wir jetzt noch

einen Blick werfen wollen. Stellen wir uns noch einmal Taf. XXVI. Fig. 11. vor Augen. Wenn wir in Gedanken die Linie von 1 nach 22 noch mehr nach der Seite beugen, so wird auch die Linie von 1 nach 30 eine schiefe werden, und es könnte nun ein Verhältniss eintreten, nach dem die Diagonale zwischen den beiden Linien 1—9 und 1—30 senkrecht zu stehen käme, so dass 38 genau über 1 fiele, indem 8+29=37 Zeilen entständen. Setzen wir die angefangene Bewegung noch etwas weiter fort, so dass die Diagonale zwischen der 8zähligen und der gerade vorher entstandenen 37zähligen Blattreihe in die senkrechte Stellung einrückt, so werden wir 8+37=45 wahre Zeilen erhalten, und so können wir fortfahren, durch immer weitere Niederbeugung der 21-zähligen Reihe immer weitere Diagonalen in die senkrechte Richtung zu bringen. Dabei wird nun das ursprüngliche Gleichgewicht immer mehr verändert werden, es werden mehr und mehr Reihen auf der einen Seite entstehen, während auf der andern keine neue hinzukommt. Während dieses ganzen Vorgangs wird die 8zählige Wendel immer mehr aus ihrer anfänglichen Gleichgültigkeit mit den übrigen hervortreten, sie wird sich mehr und mehr aufrichten und der senkrechten Richtung annähern, so dass diese ganze Bewegung uns bald als eine gradweise Annäherung an 3/8 St. erscheint. So kann man sich eine Reihe von Stellungen construiren, die sich der 3/8 St. unendlich nähern, ohne sie vollkommen erreichen zu können; die sich von ihr in der Ausdehnung ihres Cyclus um so mehr entfernen, je näher sie ihr in der Grösse der Divergenz kommen. Die 8-zähligen Reihen werden dabei, wiewohl sie niemals vollkommen senkrecht werden, mehr und mehr das Recht der Zeilen einnehmen, während die wirklich senkrechten Reihen dem Anblick verschwinden und immer schwerer zu verfolgen

werden, weil ihre Glieder mit dem Wachsen der Cyclen in immer grössere Höhenentfernungen auseinanderrücken. Lässt man diese eigentlichen Zeilen unbeachtet, so kann man eine solche Stellung im Allgemeinen als eine wegen bloss annäherungsweiser Erreichung eines gewissen Verhältnisses schiefzeilige bezeichnen. Die Grade der Annäherung zeigen sich in den Graden der Aufrichtung dieser schiefen Zeilen, also in dem eben betrachteten Fall der 8 zähligen Reihen. Die Grade der Aufrichtung beurtheilt man darnach, das wievielte Blatt der schiefen Nebenzeile in senkrechter Linie mit einem angenommenen ersten steht. So sehen wir z. B. an Fig. 11., wenn wir die Reihe 1, 9, . . in's Auge fassen, in der benachbarten oberen Reihe die Ziffern 6, 14, 22, 30. Die mit 30 bezeichnete Schuppe, die vierte der Nebenreihe, steht über der mit 1 bezeichneten. Stünde das dritte Blatt der Nebenreihe über dem angenommenen ersten (also die Schuppe 22), so hätten wir 8/21 St.; wäre es das zweite (die Schuppe 14) oder schon das erste (die Schuppe 6), so hätten wir 5/13 oder 2/5. Umgekehrt können wir aber auch nach oben fortfahren zu berechnen, welche Stellungen entständen, wenn erst das fünfte, sechste, siebente Blatt der Nebenreihe senkrecht über dem ersten festgesetzten sich befände, wenn wir das vorausgehende Verhältniss immer wieder von Neuem mit 3/8 compliciren. Wir haben gesehen, dass wenn schon das erste höhere Blatt der Nebenreihe mit dem, von welchem ausgegangen wird, in die senkrechte Linie fiele, durch Entstehung der 2/5 St. die 8 zähligen Reihen gänzlich aufgehoben würden. Nun sollen wir uns der 3/8 St. immer mehr nähern, indem wir, die 8 zähligen Reihen immer mehr aufrichtend, nach und nach das zweite, dritte, vierte, fünfte Blatt der Nebenreihe senkrecht über das festgesetzte erste bringen. Als ersten Grad der Annäherung, bei welchem das

zweite Blatt der Nebenreihe in die senkrechte fällt, erhalten wir $\frac{2+3}{5+8} = 5/13$; als zweiten Grad, bei welchem das dritte Blatt der Nebenreihe über das erste fällt, $\frac{5+3}{13+8} = 8/21$; als dritten, das vierte Blatt der Nebenreihe in die senkrechte stellend, $\frac{8+3}{21+8} = 11/29$, u. s. f. als vierten, fünften, sechsten Grad der Annäherung, wobei das fünfte, sechste, siebente Blatt der Nebenreihe mit dem ersten in dieselbe Zeile fällt,

$$\frac{11+3}{29+8} = 14/37, \frac{14+3}{37+8} = 17/45, \frac{17+3}{45+8} = 20/53, \ldots$$

Auf dieselbe Art kann man eine Reihe von Annäherungsverhältnissen zu jedem Glied der Kette bilden, von dem vorausgehenden ausgehend, und fortwährend mit dem Glied, an welches die Annäherung geschehen soll, complicirend. Als die zwei ersten Annäherungsstellen erhält man jedesmal die zwei in der Hauptkette folgenden Glieder; die Annäherungen des dritten Grades sind die von der Hauptkette am wenigsten abweichenden Verhältnisse, die wir bereits betrachtet; die weiteren Grade weichen immer mehr von dem letzten der Hauptkette angehörigen Glied ab, während sie sich der Stellung, gegen welche hin die Bewegung gerichtet ist, nicht in der Zahl der Umläufe und Glieder, sondern im Verhältniss beider (in der Grösse der Divergenz) immer mehr annähern. So erscheinen diese Stellungen immer zugleich als Abweichungen von einem gewissen Gliede der Hauptkette und als Annäherungen an das zweite ihm vorausgehende. Für das Verfahren bei der Bestimmung geht aus diesen Betrachtungen hervor, dass es, nach vorausgegangener Abzählung der schiefen Zeilen und der nächstgeringzähligeren Wendeln, hinreicht zu bemerken, das

wievielte Blatt der Nebenreihe mit dem festgesetzten ersten in derselben Senkrechten steht; denn der Grad der Annäherung ist ja gegeben durch die Zahl der in verschiedene Senkrechten fallenden Blätter der Nebenreihe. Eine Zusammenstellung der auf die oben angedeutete Art abgeleiteten Blattstellungsreihen nach den Stellungen der Hauptkette, denen sie sich annähern, und einige Angaben über das Vorkommen derselben, werden einen für unsern Zweck genügenden Ueberblick gewähren:

n =	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	...	∞
1) $\frac{0+n.1}{1+n.2}$ =	1/3	2/5	3/7	4/9	5/11	6/13	7/15	8/17	9/19	10/21	...	1/2
2) $\frac{1+n.1}{2+n.3}$ =	2/5	3/8	4/11	5/14	6/17	7/20	8/23	9/26	10/29	11/32	...	1/3
3) $\frac{1+n.2}{3+n.5}$ =	3/8	5/13	7/18	9/23	11/28	13/33	15/38	17/43	19/48	21/53	...	2/5
4) $\frac{2+n.3}{5+n.8}$ =	5/13	8/21	11/29	14/37	17/45	20/53	23/61	26/69	29/77	32/85	...	3/8
5) $\frac{3+n.5}{8+n.13}$ =	8/21	13/34	18/47	23/60	28/73	33/86	38/99	43/112	48/125	53/138	...	5/13
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

Wir sehen also in dieser Tabelle zwischen je zwei benachbarten Gliedern der Hauptkette eine Reihe von Brüchen, die sich in ihrem Werth dem einen dieser beiden, und zwar jedesmal dem nachfolgenden, unendlich annähern, in ihrer Grösse aber entfernen, oder, von Blattstellungen zu reden, eine Reihe solcher, die in der Grösse der Divergenz ihrem Ziel unendlich nahe kommen, während sie sich in der Grösse der Cyclen unendlich entfernen. Man kann diese Reihen auch auf der grossen Tabelle Taf. L. nachsuchen, wo die Annäherung im Werth der Verhältnisse nach der Annäherung in horizontaler Richtung, die Entfernung in der Grösse der Verhältnisse nach der Senkrechten bemessen wird. Auf unserer

kleinen Tabelle finden wir in den zwei vordersten senkrechten Reihen, welche die Annäherungen im ersten und zweiten Grad begreifen, die Glieder der Hauptkette selbst, in der dritten senkrechten Reihe die von der Hauptkette am wenigsten sich entfernenden Verhältnisse, die wir bereits in der Natur nachgewiesen; es bleiben uns also nur die unter den weiteren Graden der Annäherung befindlichen Verhältnisse hinsichtlich ihres Vorkommens zu betrachten übrig. Es ist hiebei im Voraus zu bemerken, dass, sobald einmal der rechte Mittelweg, der allein in den Stellungen nach der Hauptkette befolgt wird, überschritten ist, auch gewöhnlich ein unstätes Hin- und Herschwanken der Blattstellung eintritt. Nur die zuerst betrachteten geringsten Abweichungen von der Hauptkette vermögen sich noch in ihrem bestimmten Verhältniss zu erhalten; die Annäherungsstellungen der weiteren Grade zeigen durchgehends eine grosse Unstätigkeit, ein Schwanken von einem Grade zum andern, welches ihre Bestimmung nach der Div. misslich macht, weil man fast immer eine ganze Reihenfolge von Divergenzen angeben muss, um den Spielraum der Blattstellung zu bezeichnen. Zuweilen ist auch der Grad der Annäherung so gross, dass es sich nicht mehr der Mühe lohnt, ihn von der wirklichen Erreichung des Ziels zu unterscheiden. Das Vorkommen dieser Annäherungsstellungen ist im Allgemeinen nichts Gewöhnliches, sondern fast ganz auf die Laubmoose und mehrere Gattungen von Monocotyledoneen *(Crinum, Aloe, Pandanus)* beschränkt. Wir finden:

1) Annäherung an $1/2$, gedreht zweizeilige Stellungen, bei vielen Aloe-Arten; unter anderen bei *A. pulchra, obliqua* ($5/11$), *obscura var., conspurcata*, ($9/19$, $10/21$ ...); ferner bei *Convallaria racemosa* ($4/9$, $5/11$, in der Infl. $2/5$), *Crinum americanum* ($4/9$), *asiaticum* ($6/13$), *erubescens* ($6/13$, $7/15$), *Vaccinium Myrtillus* ($4/9$, $5/11$); in zwei sehr

schönen durch 4/9 Divergenz bedingten Spiralen stehen auch die Bracteen an der Hauptachse der Inflorescenz einer capensischen Art von *Restio* *), welche sich im Zeyherischen Herbarium befindet.

2) Annäherung an 1/3, Blattstellungen mit drei schiefen Zeilen, bei sehr vielen Laubmoosen, oft mit geradzeiliger Blattordnung wechselnd, z. B. bei *Gymnostomum calcareum*, *aestivum*, *pallidisetum*, *microcarpon*, *curvirostre* (4/11, 5/14, 6/17, 7/20, ...), *Weissia nigrita*, *Bartramia Oederi*, *Tetraphis pellucida* (4/11, 5/14, ...), *Ceratodon purpureus* (3/8, 4/11, 5/14, ...), *Didymodon glaucescens* (4/11 bis 8/23), *Grimmia apocarpa*, *Racomitrium gracilescens*, *Hypnum iulaceum* (4/11, 5/14, 6/17, 7/20, ...). Am schönsten und ganz im Kleinen an *Pandanus* erinnernd sah ich 6/17 oder 7/20 St. an *Hypnum scalare*, einer von Blume auf Java entdeckten Art. *Didymodon trifarius* hat von der schiefdreizeiligen Blattordnung seinen Namen, wiewohl man häufiger 2/5 St. bei ihm trifft. *Meesia tristicha* hat nicht immer geradzeilige Blattstellung, sondern öfters 5/14, 6/17, 7/20, ... Hierher gehören ferner die durch die Regelmässigkeit und Sonderbarkeit ihrer Blattstellungen so ausgezeichneten Pandanen; auch bei ihnen ist der Grad der Annäherung an 1/3 gemeiniglich nicht genau anzugeben, und besonders nach dem verschiedenen Alter bei derselben Art sehr veränderlich. An einem noch sehr jungen *Pandanus reflexus* fand ich 7/20, an anderen kleineren Stöcken anderer Arten 8/23 und 9/26, an den grossen Pandanusbäumen, die der Stolz und die Zierde des Carlsruher bot. Gartens sind,

*) „*R. culmo fertili simplici basive ramoso tereti, vaginis obtusis mucronatis, ramis sterilibus recurvis, spicis alternis sessilibus, squamis spiralibus squarrosis.*“ Nees ab Es, *in Herb. Zeyheri.*

10/29, 11/32, 12/35, 13/38, 14/41, also das zehnte bis vierzehnte Blatt der Nebenzeile über dem ersten. Ferner ist noch anzuführen *Aloe rigida* und *expansa* mit 4/11, 5/14, *tortuosa* mit 8/23 und *variegata* mit 9/26, 10/29, . . . 1/3; *Salsola fruticosa*, bei welcher man ausser 3/8 öfters 4/11, 5/14, 6/17 findet, und endlich *Carpinus Betulus*, bei dem die Schuppen des männlichen Kätzchens eine durch 5/14, 6/17, 7/20, Div. bedingte schiefdreizeilige Anordnung zeigen, und *Iuniperus virginiana*, bei welchem ausnahmsweise hieher gehörige Stellungsverhältnisse gefunden werden.

3) Annäherung an 2/5, fünf schiefe Zeilen, zeigen sehr schön *Bartramia fontana* und *falcata*, und zwar so, dass im Falle der stärksten Drehung das vierte oder fünfte Blatt der Nebenzeile über dem ersten steht, im Falle grösserer Annäherung aber ein höheres, bis endlich die Zeilen in einigen Fällen ganz gerade werden; man kann also die Blattstellung dieser Arten so bezeichnen: 7/18, 9/23, . . . 2/5. *Webera alpina* zeigt 5/13, 7/18, 9/23, . . . 2/5; an *Mnium hornum* habe ich einmal 13/33 gefunden. Bei *Leskea pentasticha* sind die Zeilen nicht immer ganz gerade; ich fand in solchen Fällen 17/43, 19/48, 21/53. Hierher gehört ferner *Aloe spirella* mit 7/18, 9/23, 11/28; auch *Sedum acre* und *reflexum* zeigen zuweilen annäherungsweise Erreichung der 2/5 St.

4) Annäherung an 3/8, acht schiefe Zeilen, habe ich nur einmal bei *Bryum Schleicheri* gesehen (11/29, 14/37).

Diese durch annäherungsweise Erreichung der Hauptverhältnisse hervorgebrachten Stellungen, welche sich in einer leisen und bei sehr dicht beisammenstehenden Blättern stärkeren Drehung der sonst geraden Zeilen zeigen, verdienen noch auf einen Augenblick unsere Aufmerksamkeit, denn sie werden uns zeigen, dass die Untersuchung der von der Hauptkette abweichenden Verhältnisse keineswegs hinaus in ein un-

begrenzt-weites Feld blinder Abschweifung von der Regel, sondern vielmehr gerade wieder auf das Gesetz selbst zurückführt, als zu einem auch aus der Verwischung immer wieder hervorleuchtenden Urbild. Aus der uns bekannten Eigenschaft der Kette, dass der Werth der aufeinanderfolgenden Glieder ein abwechselnd steigender und fallender ist:

$$0/1 < 1/2 > 1/3 < 2/5 > 3/8 < 5/13 > 8/21 \ldots$$

geht für die betrachteten Reihen der Annäherungsstellungen die Regel hervor, dass auch von ihnen die einen zunehmende, die andern abnehmende seyn müssen. Die Annäherungsreihe an $1/2$ wird eine wachsende, die an $1/3$ eine fallende, die an $2/5$ wieder eine wachsende sein und so jede folgende umgekehrt. Wenn wir dies auf die Art der Drehung der Zeilen, die bei diesen Stellungen Statt findet, anwenden, so müssen bei den Annäherungsstellungen zu $1/2$, die zwei Zeilen (nach der Richtung der Grundwendel beurtheilt) rückwärtsgedreht, bei den Annäherungsstellungen zu $1/3$ die Zeilen vorwärts gedreht erscheinen, bei denen an $2/5$ wieder rückwärts gedreht, an $3/8$ wieder vorwärts und so abwechselnd weiter. Die gedrehtzeiligen Stellungen sind also, allgemein ausgesprochen, vorwärts gedrehte, wenn die Div. der Stellung von welcher die Annäherungsreihe ausgeht, grösser ist als die Div. der Stellung, gegen welche die Annäherung gerichtet ist, rückwärts gedrehte dagegen, wenn das umgekehrte statt findet. Nun könnte man sich aber ebensoviele Reihen sich unendlich annähernder Blattstellungsverhältnisse im umgekehrten Sinne denken, und nach diesen Stellungen, welche eine der ebengezeigten Regel widersprechende Drehung der Zeilen zeigten, also z. B. rückwärtsgedreht-dreizeilige Blattstellungen, oder Modificationen der $2/5$ St. mit leise vorwärts gedrehten Zeilen, oder rückwärts gedreht achtzeilige Blattordnung u. s. f. Sollten nicht diese Fälle der entgegengesetzten Drehung der Zeilen in

der Natur gleichfalls vorkommen, und wie könnten wir die Annäherungsreihen von dieser Seite bilden? Stellen wir uns wieder die Bildung der Glieder der Hauptkette vor:

$$1/2 \; . \; . \; \frac{1+1}{2+3} \; . \; 1/3$$
$$\|$$
$$2/5$$

so können wir uns eine zwiefache Annäherungsreihe an jeden Mittelbruch, von dem einen und von dem andern Seitenbruch ausgehend, denken: z. B.

$5/7$, $5/12$, $7/17$, $9/22$, $11/27$, . . $2/5$, . ., $11/28$, $9/23$, $7/18$, $5/13$, $3/8$, $1/3$
$4/11$, $7/19$, $10/27$, $13/35$, $16/43$, . . $3/8$, . ., $17/45$, $14/37$, $11/29$, $8/21$, $5/13$, $2/5$
$7/18$, $12/31$, $17/44$, $22/57$, $27/70$, . . $5/13$, . ., $28/73$, $23/60$, $18/47$, $13/34$, $8/21$, $3/8$

Wie wir aber früher bei der Bildung der Hauptkette gefunden haben, dass man immer durch Vereinigung des Mittelverhältnisses mit dem verwandteren Seitenverhältniss das in der Kette folgende Glied erhält, so wiederholt sich nun dasselbe Gesetz hier für die Bildung ganzer Reihen, denn nur von dem verwandteren Verhältniss ausgehend bekommt man gültige Annäherungsreihen; die entgegengesetzten, welche wir zwischen $1/2$ und $2/5$, $1/3$ und $3/8$ u. s. f. bilden können, werden von der Natur vermieden. Es ist merkwürdig, dass, so weit die bisherige Erfahrung reicht, nie ein Schwanken der Normalstellungen in die widersinnige Drehung bemerkt wird; denn ausser den von der entfernteren Seite her im ersten Grade der Annäherung entstehenden Verhältnissen, welche mit solchen der entgegengesetzten Annäherungsreihen zusammenfallen, kommen, wiewohl äusserst selten, nur noch die im zweiten Grad der Annäherung stehenden Verhältnisse vor, deren Vorkommen erst in einer folgenden Betrachtung

seine Erklärung finden wird. Die im dritten und in den folgenden Graden der Annäherung entstehenden Verhältnisse scheinen der Natur völlig fremd zu sein: nie sind mir jene leisen und leisesten Drehungen, wie man sie in der normalen Richtung so häufig findet, auch nach der widersinnigen Wendung vorgekommen *). So sehen wir das Gesetz des fast ausschliesslichen Vorkommens der nach der Linie der nächsten Verwandtschaft auseinander hervorgehenden Blattstellungen auch hier, wo es überschritten wird, noch wirksam; wir erblicken im Gebiet der Abweichungen dasselbe Gesetz wieder nur in annäherungsweiser Erreichung.

Aber nicht nur in der Regel, welche die Annäherungsstellungen beobachten, sehen wir das Gesetz in der Schwankung sich noch aufrecht erhalten, auch auf eine andere Weise zeigt sich eine Wiederherstellung desselben aus der Abweichung: es kann nämlich von irgend einem Punkte der Abweichung wieder ein der Hauptkette ähnlicher Gang eingeschlagen werden. Diess ist so zu verstehen: dieselben Blattstellungen, welche wir in Betracht der Divergenz Annäherungsstellungen genannt haben, sind in ihrer Bildung von der Hauptkette abweichende Stellungen, und zwar ist, wie wir vorhin gesehen haben, der dritte Grad der Annäherung

*) In den letzten Tagen vor Absendung dieses Aufsatzes ist mir dennoch ein Beispiel der widersinnigen Drehung der Zeilen vorgekommen: nämlich bei *Aloe pentagona* (deren Blattordnung in den wenigsten Fällen ganz geradzeilig ist) eine leise Drehung der 2/5 St. nicht wie bei andern Pflanzen rückwärts gegen 1/3, sondern vorwärts gegen 1/2. Ich fand dabei meist das 10te Blatt der Nebenzeile mit dem ersten in senkrechter Linie, zuweilen jedoch schon das 6te bis 9te, so dass man als Div. 11/27, 13/32, 15/37, 17/42, 19/47, . . . 2/5 angeben kann. Dieser Fall war mir um so unerwarteter und überraschender, da ich früher bei der verwandten *Aloe spirella* die andere, gewöhnliche Drehung der 2/5 St. beobachtet hatte. *Aloe spiralis* (siehe unten), deren Untersuchung ich bei dieser Gelegenheit wiederholte, zeigt ausser 5/12 auch nicht selten 7/17 St.

der erste der Abweichung von der Kette. Auf jeder Stelle der Abweichung kann nun eine Art der Complicirung der Verhältnisse eintreten analog der, durch welche die Verhältnisse der Hauptkette gebildet werden, also gleichfalls eine Kettenbildung, jedoch von abweichenden Verhältnissen ausgehend. So entstehen Seitenketten, in ihrer Bildungsweise dem Gesetz der Hauptkette folgend, aber mit normalem Anfang. Diejenigen, welche vom ersten Grad der Abweichung ausgehen, schliessen sich unmittelbar an die Hauptkette an, und erhalten nach demjenigen Glied derselben, an welches sie sich zunächst anschliessen, ihre nähere Bezeichnung. Diese sind gleichsam die primären Aeste der Hauptkette; die vom zweiten Grade der Abweichung ausgehenden, welche sich durch die vorigen an die Hauptkette anschliessen, die secundären, die vom dritten Grad der Abweichung die tertiären u. s. f. Um uns die Bildung der Seitenketten vorzustellen, nehmen wir die Reihe der Annäherungsstellungen von $0/1$ gegen $1/2$ wieder vor uns:

$$0/1,\ 1/3,\ 2/5,\ 3/7,\ 4/9,\ 5/11,\ 6/13,\ 7/15,\ 8/17,\ 9/19,\ \ldots \mid 1/2$$

Sie ist zugleich die Reihe der Abweichungsstellungen von $2/5$. Von der ersten Abweichungsstellung ($3/7$) lässt sich nun durch fortgesetzte Complicirung mit dem jedesmaligen nächstverwandten Verhältniss eine Kette herleiten, welche durch $2/5$ mit der Hauptkette in Verbindung steht:

$$2/5,\ 3/7,\ 5/12,\ 8/19,\ 13/31,\ 21/50,\ \ldots$$

Von der zweiten Abweichungsstellung ($4/9$) lässt sich eine zweite Seitenkette herleiten, welche durch $3/7$ mit der ersten Seitenkette und durch die Vermittlung dieser wieder mit der Hauptkette in Verbindung steht, u. s. f. Durch aufmerksame Betrachtung der Taf. L. wird man sich leicht den richtigen Begriff vom Verhältniss der Seitenketten zur Hauptkette verschaffen. Nach den in diesen Seitenketten entstehenden Verhält-

nissen kommen nun wirklich in der Natur Blattstellungen vor, aber nur als äusserste Seltenheit, und meistens als abnorme Erscheinungen, weshalb wir uns auch nicht weiter in die endlose Verzweigung des Stammbaums aller Verhältnisse zwischen 1/2 und 1/3 einlassen, als nöthig ist, um den wenigen Beispielen, welche wir für hierher gehörige und vorher noch nicht betrachtete Blattstellungsverhältnisse aufzuführen haben, ihre Stelle anzuweisen. Aus den von 2/5 abgehenden Seitenketten

	I.	II.	III.	IV.	. . .	
0/1, 1/3, 2/5,	3/7,	4/9,	5/11,	6/13,	. . .	1/2
	3/8,	5/12,	7/16,	9/20,	11/24,	
	5/13,	8/19,	11/25,	14/31,	17/37,	
	8/21,	13/31,	18/41,	23/51,	28/61,	
	.	.	.	.	.	
	.	.	.	.	.	
	.	.	.	.	.	

sind mir in der Natur vorgekommen:

I. 1) 3/7 (vergleiche oben).

2) 5/12 (Schema Taf. XXXIX.) an einem einzigen weiblichen Kätzchen von *Betula alba*, und bei *Aloe spiralis*, wo diese Stellung normal zu sein scheint.

3) 8/19 an einem Exemplar von *Euphorbia Paralias* und einigen Aehren von *Plantago media.*

4) 13/31 an einem Kätzchen von *Corylus tubulosa* (Taf. XXVIII. Fig. 6.) und Aehren von *Plantago media.*

II. 1) 4/9 (siehe oben).

2) 7/16 habe ich mehrmals in der Aehre von *Veronica longifolia* bemerkt.

3) 11/25 lässt sich bei *Plantago media* und *Veronica longifolia*, in deren Inflorescenzen die Blattstellung den mannigfaltigsten Anomalien unterworfen ist, erwarten.

III. 1) $5/11$ (siehe oben). 2) $9/20$ ist mir bei *Plantago media* vorgekommen, bei welcher wohl auch 3) $14/31$ sich wird auffinden lassen.

Aus den von $3/8$ abgehenden Seitenketten:

	I.	II.	III.	. . .	
$1/2$, $2/5$,	$3/8$,	$4/11$,	$5/14$,	$6/17$, . . .	$1/3$
	$5/13$,	$7/19$,	$9/25$,	$11/31$,	
	$8/21$,	$11/30$,	$14/39$,	$17/48$,	
	.	.	.	.	
	.	.	.	.	
	.	,	.	.	

kommt $7/19$ vor als normale Blattstellung von *Grimmia leucophaea, funalis, elatior*, und als äusserst seltene Abnormität bei *Plantago media*, bei der sich gewiss auch noch $11/30$ finden wird. Aus den von $5/13$ abgehenden Seitenketten:

	I.	II.	III.	. . .	
$1/3$, $3/8$,	$5/13$,	$7/18$,	$9/23$,	$11/28$, . . .	$2/5$
	$8/21$,	$12/31$,	$16/41$,	$20/51$,	
	$13/34$,	$19/49$,	$25/54$,	$31/79$,	
	.	.	.	.	
	.	.	.	.	
	.	.	.	.	

fand ich nur $12/31$ an einem einzigen Zapfen der Weihmuthskiefer.

Hiemit haben wir wohl einen ziemlich vollständigen Begriff der im Gebiet der 2- bis 3ständigen Blattstellungen bisher beobachteten und etwa zunächst noch zu findenden Fälle erhalten, und wenden uns nun zur weiteren Untersuchung der noch übrigen Anomalien am Zapfen der Rothtanne.

Wenn man eine grössere Menge von Zapfen derselben Art, besonders aber der Rothtanne, die wir gewählt haben, vergleicht, so führt der Zufall darunter gewiss einige herbei, welche, wenn

man zum ersten male auf sie stösst, Staunen und Verwirrung erregen und, indem sie allen Ergebnissen unserer bisherigen Bemühungeu widersprechen, den Glauben an die in allen diesen Erscheinungen waltende Gesetzmässigkeit zu vernichten drohen. So kann es uns z. B. widerfahren, dass, nachdem vielleicht an einem halben hundert dieser Zapfen die zuerst gefundenen Verhältnisse sich bewährt haben, uns unvermuthet einer in die Hand kommt, an dem wir nicht 5- und 8-zählige am meisten hervortretende und sich durchsetzende Wendeln treffen, sondern, ungeachtet wir uns keine Verzählung zu Schulden kommen lassen, nur 4- und 7zählige. Die Verlegenheit, in welche diese Fälle, ehe man sie kennt, setzen, ist so gross, dass man beinahe versucht wird, sich in der äussersten Verzweiflung durch die Annahme eines Abortus der 5ten und 8ten Mitwendel zu helfen. Besser wird es jedoch sein, die Untersuchung ruhig fortzusetzen und alle vorläufigen Hypothesen, welche stets nur Surrogat der Wissenschaft sein können, zu verschmähen; zumal in unserem Fall, wo die Widersinnigkeit der Annahme eines Abortus evident ist (wiewohl nicht grösser, als wenn man z. B. zweizählige, vierzählige und siebenzählige Blüten als durch Abortus reducirte drei- fünf- und achtzählige betrachten wollte u. s. w.). Um die früher gewonnenen Ergebnisse vor der verwirrenden Dazwischenkunft solcher Fälle zu bewahren, wollen wir diese neue Untersuchung vorerst ganz absondern von den früheren, und ruhig abwarten, in welcher Beziehung zu dem normalen System der Blattstellungen uns diese gänzlich abweichenden Stellungsverhältnisse, wenn wir sie zuerst in ihrer Besonderheit richtig gefasst haben, erscheinen werden. Von der so eben bezeichneten Sonderbarkeit sind auf Taf. XXVII. einige Zapfen vorgestellt, welche man beim ersten Ansehen durchaus nicht von den normalen zu unterscheiden vermag; erst die Abzählung

der Wendeln zeigt uns ihr abweichendes Verhalten. An Fig. 1. findet man in der Richtung der Zahlen 1, 8, 15, . . . 7zählige Wendeln; gleichlaufend mit 1, 5, 9, . . . 4zählige. Steiler als die 7zähligen, mit 1, 12, 23, . . . parallel, zählt man 11 Mitwendeln und endlich, parallel mit 1, 19, 37, . . ., 18 senktechte Reihen. Flacher als die 4zähligen Wendeln sind die noch übrigen 3zähligen in der Richtung 1, 4, . . ., auf welche unmittelbar die Grundwendel folgt, welcher man hier weit leichter als gewöhnlich nachgehen kann. Die Reihe der Coordinationszahlen ist also:

1, 3, 4, 7, 11, 18.

Der Zapfen unter Fig. 2. stimmt in diesen Zahlen mit dem unter Fig. 1. überein, allein die Schuppenreihe 1, 19, 37, . . ., welche bei Fig. 1. senkrecht ist, ist bei Fig. 2. geneigt, und erst zwischen ihr und einer noch steileren, nach der entgegengesetzten Seite geneigten Reihe (der 11+18=29 zähligen) liegt die senkrechte, deren rings um den Zapfen 18+29=47 vorhanden sein müssen. Wir müssen also für diesen zweiten Fall die Reihe der Coordinationszahlen um zwei Stellen weiter ausdehnen:

1, 3, 4, 7, 11, 18, 29, 47.

Diese Reihe, welche sich ins Unbestimmte fortsetzen lässt, zeigt ganz dieselbe Bildungsweise, wie die von den normalen Blattstellungen der Coniferen entnommene; so wie auch die abnormen Zapfen selbst das nämliche Gesetz der wechselwendigen Aufeinanderfolge und des diagonalen Verhaltens der Blattreihen, wie die normalen, beobachten. Wir finden also hier denselben Zusammenhang der Verhältnisse wie früher, aber bei verschiedenen Zahlen; die nämliche Regelmässigkeit, aber in ein anderes, fremdes Gebiet versetzt, mit anderen Elementen ausgeführt. Das Wichtigste für die weitere Einsicht in die Natur dieser abnormen Blattstellungen ist nun die Ausmitte-

lung der Divergenz, welche uns, wenn wir etwa vorher den Zapfen beziffert und dadurch die Verfolgung der Grundwendel leicht gemacht haben, keine Schwierigkeiten weiter bieten wird. Die Untersuchung der Umlaufsperiode der Grundwendel gibt uns für den einen Fall (Fig. 1.) die Div. $5/18$, für den andern (Fig. 2.) aber die Div. $13/47$. Zieht man Zähler von Zähler und Nenner von Nenner dieser beiden Brüche ab: $\frac{13-5}{47-18} = 8/29$, so erhält man die Div. eines zwischen der Stellung bei Fig. 1. und der bei Fig. 2. noch fehlenden Uebergangsgliedes. Dass auch dieses uns hier noch fehlende Glied irgend einmal am Zapfen der Rothtanne wird aufgefunden werden, bezweifle ich keinen Augenblick. Entwickeln wir aus diesen drei Gliedern die Kette der Verhältnisse, in die sie gehören, so erhalten wir:

$$1/3,\ 1/4,\ 2/7,\ 3/11,\ 5/18,\ 8/29,\ 13/47,\ 21/76,\ 34/123,\ \ldots$$

Die Nenner in dieser neuen Kette von Blattstellungsverhältnissen stimmen wieder mit den Coordinationszahlen überein, die Zähler dagegen bilden eine von der der Nenner verschiedene Reihe, welche mit der Reihe der Coordinationszahlen der früher betrachteten normalen Blattstellungen der Coniferen übereinstimmt. Um sämmtliche Ausdrücke nach dem langen Weg der Grundwendel zu modificiren, also um die grösseren Ergänzungswinkel der Divergenzen zu erhalten, muss man die Reihe der Zähler nicht um eine, sondern um zwei Stellen verschieben:

1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, . . .
2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55, . . .
3, 4, 7, 11, 18, 29, 47, 76, . . .

Hat man einmal das Gesetz der Zähler für diese Kette von Blattstellungsverhältnissen gefunden, so ist die Bestimmung derselben aus der allein gegebenen Reihe der Coordinations-

zahlen ebenso leicht, als bei den früher untersuchten normalen Stellungen der Coniferen. In den zwei ersten Gliedern der neuen Kette von Blattstellungen erkennen wir jetzt auch den Ursprung und die wahre Natur derselben. Ihre Ausgangspunkte sind nicht wie die der früher betrachteten Kette $1/2$ und $1/3$, sondern $1/3$ und $1/4$, und von diesen verschiedenen Grundverhältnissen muss sich auch ein neues Reich complicirter Stellungsverhältnisse herleiten. Die allen Blattstellungen dieses Gebiets gemeinschaftlich zukommende Eigenschaft ist die, dass erst das fünfte Blatt in seiner Richtung über das erste hinauskommt, welches auch Ursache der bei ihnen weit leichteren Auffindung und Verfolgung der Grundwendel ist (Man vergleiche Taf. XXXVI. Fig. 6., das Schema der $2/7$ St., und auf den Tafeln XLII. und XLIII. die Schemata der $5/18$ und $8/29$ St., so wie Taf. XXVI. Fig. 15. die Horizontalansicht eines Zapfens von *Pinus alba,* dessen Schuppen unter $5/18$ Div. gestellt sind). Die Blattstellungen dieser Kette sind also unvollkommen 4ständig und lassen sich mit Einrechnung der zwei ersten die Grenzen des Gebiets bestimmenden Verhältnisse unter dem Namen der 3 bis 4ständigen begreifen. Stellen wir nun diese von $1/3$ und $1/4$ abgeleitete mit der andern, von $1/2$ und $1/3$ ausgehenden, Kette zusammen;

1	2	3	4	5	6	7	8	...
$1/2$,	$1/3$,	$2/5$,	$3/8$,	$5/13$,	$8/21$,	$13/34$,	$21/55$,	$34/89$, $55/144$, ...
$1/3$,	$1/4$,	$2/7$,	$3/11$,	$5/18$,	$8/29$,	$13/47$,	$21/76$,	$34/125$, $55/199$, ...

so sehen wir zwischen beiden einen schönen Parallelismus. Die nach dem Grade der Ableitung sich entsprechenden Glieder haben gleiche Zähler, also die entsprechenden Blattstellungen gleiche Anzahl der Umläufe bei verschiedener Anzahl der Glieder ihrer Cyclen. Die aus der untern Kette am Zapfen der Rothtanne als abnorme Erscheinung vorkommenden

Verhältnisse 5/18, (8/29), 13/47 und vielleicht sogar noch 21/76 sind also in einem andern Gebiet die Analoga von 5/13, 8/21, 13/34, 21/55, welchen die normale Blattstellung eben dieser Zapfen folgt. Ein ähnliches Vorkommen der analogen Stellungen aus dem eröffneten neuen Gebiet im Wechsel mit den früher betrachteten normalen habe ich noch bei mehreren andern Pinus-Arten bemerkt, am häufigsten bei *P. alba*, an deren Zapfen nicht selten 5/18 die Stelle des gewöhnlich vorkommenden Verhältnisses 5/13 vertritt.

Es ist nun die Aufgabe der vergleichenden Untersuchung, das Verhältniss des Vorkommens, in welchem die Blattstellungen dieses Gebiets zu denen des anderen stehen, auszumitteln; zu erforschen, ob sie überall wie bei den Coniferen nur sporadisch, nur als seltsame Ausnahmen, oder ob sie auch einigen Pflanzen normal zukommend gefunden werden. Die Beobachtung zeigt, dass sie auf eine mit dem Vorkommen bei den Coniferen übereinstimmende Weise bei den verschiedensten Pflanzen und in den verschiedensten Familien auftreten, bald als äusserst seltene, nur ein einziges mal beobachtete und dann Trotz aller Mühe nicht wiedergefundene Erscheinung, bald häufiger die normalen Stellungsverhältnisse ablösend. Bei wenigen Pflanzen dagegen verdrängen sie mehr und mehr die Blattstellungen des ersten Gebiets, bis sie endlich eine Vorherrschaft über diese und zuletzt ein normales Bestehen erlangen. Die Beispiele, welche ich weiter unten anführen will, werden das Nähere hierüber nachweisen.

Haben wir nun einmal die uns anfangs von 1/2 und 1/3 gesteckten Grenzen überschritten und gefunden, dass der Spielraum der Divergenz in der That grösser ist, als die früheren Beobachtungen zu glauben Veranlassung gaben, so werden wir auch in dem zweiten Gebiet, in das die Abnormitäten der Coniferen uns eingeführt, nicht stehen bleiben, sondern,

das Vorkommen noch kleinerer Divergenzen vermuthend unseren Blick immer weiter aus einem Gebiet ins andere wenden, und nur die Beobachtung der Natur wird unserem Vordringen auf diesem Weg Schranken setzen können. Wie zuerst zwischen 1/2 und 1/3, nachher zwischen 1/3 und 1/4 bilden wir jetzt auch zwischen 1/4 und 1/5, 1/5 und 1/6, 1/6 und 1/7 u. s. f. Ketten neuer Blattstellungsverhältnisse:

1/4, 1/5, 2/9, 3/14, 5/23, 8/37, . . .
1/5, 1/6, 2/11, 3/17, 5/28, 8/45, . . .
1/6, 1/7, 2/13, 5/20, 5/35, 8/53, . . .

— — — — — — —

Ob diese Verhältnisse in der Natur vorkommen, und wie weit wir so fortfahren dürfen, ohne die von der Natur beobachteten Grenzen zu überschreiten, sind die Fragen, deren Lösung uns im Folgenden noch eine kurze Weile beschäftigen soll. Allerdings sind auch diese Verhältnisse in der Natur möglich; allein war schon das Vorkommen der Glieder der zweiten Kette etwas Seltenes und Unbeständiges, so ist dies noch weit mehr bei den entfernteren der Fall. Die Seltenheit und Unbeständigkeit der Verhältnisse wächst in jedem neuen Gebiet, in das wir übertreten, und nur wenige Gruppen auch in anderer Beziehung sich durch Sonderbarkeit auszeichnender Gewächse begleiten uns auf diesem Weg. Als solche nenne ich namentlich die Lycopodeen und Farne, die Aroideen nebst *Acorus*, die mit *Calamus* verwandten Palmen (durch die Anordnung der die Frucht in umgekehrter Lage bedeckenden Schuppen hierher gehörig *)), die Seggen

*) Was man auch für eine Ansicht über die Natur dieser Schuppen hegen möge, soviel ist gewiss, dass sie in ihrer Anordnung die überraschendste Uebereinstimmung mit den Gesetzen der Blattstellung zeigen, was namentlich durch die Art des Variirens ihrer Stellung auffallend wird.

und Weiden, die Banksien, Cactus-artigen Euphorbien und Cacteen selbst u. s. w Hier muss ich jedoch über Armuth an Erfahrung klagen, welche gewiss allein schuld ist, dass in diesen entfernteren Regionen noch so viele Stellen unbesetzt und von Beispielen entblösst sind. Diese Lücken werden aber bald ausgefüllt sein, wenn einmal die Aufmerksamkeit der Botaniker sich allgemeiner auf diesen Gegenstand richtet.

Bevor ich die mir bekannten Beispiele, welche hieher gehören, aufzähle, ist noch eine Frage zu beantworten: In welchem Verhältniss stehen alle diese entfernteren, das durch 1/2 und 1/3 bestimmte Gebiet überschreitenden Blattstellungsverhältnisse zu der zuerst gefundenen Kette, welche wir doch früher als die einzig mögliche Haupt- und Grundkette und alle anderen Verhältnisse als Abweichungen von ihr betrachtet haben? Wie schliessen sich die von 1/3 und 1/4, 1/4 und 1/5 u. s. f. ausgehenden Ketten an jene an? Betrachten wir die Reihe der einfachen Verhältnisse, von welchen alle diese Ketten ausgehen, so sehen wir in ihr eine stetige Abnahme des Werths der Brüche (der Grösse der Divergenzen), eine Annäherung an 0/1:

1/1, 1/2, 1/3, 1/4, 1/5, 1/6, 1/7, 1/8, 1/9, 1/10, 1/11, . . . | 0/1

Da 0/1 der letzte Ausdruck ist, auf den die Hauptkette zurückführt, also das eigentliche erste Glied derselben, so erscheint die Reihe von Ausgangsverhältnissen für die Verhältnissketten aller möglichen Blattstellungsgebiete, als Annäherungsreihe an 0/1, zugleich als eine solche an das erste Glied der Hauptkette. Eine Annährungsreihe an 1/1, welche dasselbe Glied der Hauptkette ist bei der Beurtheilung der Blattstellungen nach dem grösseren Ergänzungswinkel der Div., ist nur im Ausdruck von der obigen verschieden, für die Blattstellung aber ganz gleichbedeutend.

0/1, 1/2, 2/3, 3/4, 4/5, 5/6, 6/7, 7/8, 8/9, 9/10, 10/11, . . . | 1/1

Was können wir uns aber unter diesem ersten Glied der Kette denken? kann es ein wirkliches Blattstellungsverhältniss anzeigen? Beide Ausdrücke, $0/1$ und $1/1$, würden, als Divergenzformeln betrachtet, in dieselbe Richtung fallende, also in eine Zeile übereinandergestellte Blätter bezeichnen, welches allerdings die einfachste unter allen denkbaren Blattstellungen wäre. Gibt es aber ein solches gegenseitiges Verhalten unmittelbar aufeinanderfolgender Blätter? Der Fall, dass die an derselben Achse aufeinanderfolgenden Blätter ganz nach derselben Seite des Stengels gerichtet sind, scheint nicht vorzukommen; allein beim Uebergang von einer Achse zur andern zeigt sich zuweilen eine solche Gleichstellung des ersten Blatts am Achselspross mit dem Mutterblatt. Man kann sich davon an den achselständigen Pappelknospen überzeugen, deren erstes Schuppenblatt aussen, also in der Richtung des Mutterblatts, steht. Die Perula der Weidenknospen hat wohl dieselbe Lage; in dem Blütenstand der *Begonia* fällt das erste Pedunculärblatt genau über die Bractea, aus deren Achsel der Blütenstiel entsteht; auch die Lage der Fruchtschuppen bei *Pinus,* welche ihren Deckschuppen den Rücken zuzuwenden scheinen, deutet auf dieses Verhältniss. Dies sind die wenigen Beispiele, welche ich für die Existenz von $0/1$ oder $1/1$, als wirklichem Blattstellungsverhältniss, anzuführen weiss. Wenn nun gleich an derselben Achse ohne alle Divergenz übereinanderstehende Blätter, (also eine einzeilig fortlaufende Blattstellung) nicht vorzukommen scheinen, so wird diese Stellung doch zuweilen in einem hohen Grade von Annäherung erreicht, wie wir später an *Costus,* Abnormitäten von *Casuarina* und andern Fällen, in denen die Blattstellung nach sehr kleinen Divergenzen fortschreitet, sehen werden. Diese Annäherungsverhältnisse an das erste Glied der Hauptkette, welche wir früher zu betrachten ver-

nachlässigt haben, sind es, von denen sämmtliche noch sonst ausserhalb des Gebiets von 1/2 und 1/3 vorkommenden Verhältnisse sich herleiten: von je zwei benachbarten Gliedern dieser ersten Annäherungsreihe leitet sich nämlich durch Complicirung nach dem Gesetz der Hauptkette eine Seitenkette her, ganz auf dieselbe Weise, wie wir dies früher bei den Annäherungsreihen an die späteren Glieder der Hauptkette gesehen haben:

1/2	1/3	1/4	1/5	1/6	.	oder:	1/2	2/3	3/4	4/5	5/6	.
1/3	1/4	1/5	1/6	1/7	.		2/3	3/4	4/5	5/6	6/7	.
2/5	2/7	2/9	2/11	2/13	.		3/5	5/7	7/9	9/11	11/13	.
3/8	3/11	3/14	3/17	3/20	.		5/8	8/11	11/14	14/17	17/20	.
.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.

Auf den Parallelismus der zwischen der Hcuptkette und diesen Seitenketten, so wie zwischen den Seitenketten unter sich, statt findet, haben wir schon bei der Vergleichung der von 1/2 und 1/3 und der von 1/3 und 1/4 ausgehenden Ketten aufmerksam gemacht. Da die im Grade der Complicirung sich entsprechenden (also in derselben horizontal befindlichen) Glieder sämmtlicher paralleler Ketten gleiche Nenner haben, wenn wan nämlich die Blattstellung nach dem kurzen Weg auffasst, so können wir eine übersichtliche Tabelle der von der Annäherungsreihe an 0/1 abgeleiteten Ketten auf folgende abgekürzte Weise entwerfen:

			I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	XIII.	XIV.	XV.	XVI.	XVII.	XVIII.	
1	1,	2,	3,	4,	5,	6,	7,	8,	9,	10,	11,	12,	13,	14,	15,	16,	17,	18,	19,	20,	. . .
1	2,	3,	4,	5,	6,	7,	8,	9,	10,	11,	12,	13,	14,	15,	16,	17,	18,	19,	20,	21,	. . .
2	3,	5,	7,	9,	11,	13,	15,	17,	19,	21,	23,	25,	27,	29,	31,	33,	35,	37,	39,	41,	. . .
3	5,	8,	11,	14,	17,	(20),	(23),	(26),	(29),	(32),	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	. . .
5	8,	13,	18,	23,	(28),	(33),	(38),	(43),	(48),	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	. . .
8	13,	21,	29,	37,	(45),	53,	(61),	(69),	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	. . .
13	21,	34,	47,	(60),	(73),	(86),	(99),	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	. . .
21	34,	55,	(76),	(97),	(118),	(139),	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	. . .
34	55,	89,	(123),	(157),	(191),	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	. . .
55	89,	144,	199,	(254),	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	. . .
(89)	(144),	(233),	(322),	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	. . .
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	. . .
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	. . .
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	. . .

Zur Erläuterung dieser Tabelle sind nur einige Worte nöthig; das Meiste ergibt sich bei aufmerksamer Betrachtung von selbst. Die senkrechten Zahlenreihen, welche der Linie zur Rechten liegen, enthalten die Nenner der von der Annäherungsreihe an $o/1$ abgeleiteten und parallele Ketten bildenden Verhältnisse; die äusserste senkrechte Reihe zur Linken, welche durch die Linie von den übrigen getrennt ist, gibt die kleinen Zähler zu den in gleicher Horizontallinie befindlichen Nennern an; die grossen Zähler dagegen stehen jedesmal in der zur Linken unmittelbar vorausgehenden senkrechten Reihe, also dass die Nenner der vorhergehenden Kette immer zugleich die grossen Zähler der nachfolgenden sind. Die Ausdehnung der Tabelle soll zugleich die Grenzen angeben, welche, nach der bisherigen (freilich noch sehr mangelhaften) Erfahrung zu schliessen, die Natur nicht zu überschreiten scheint. Die in Klammern gesetzten Zahlen bezeichnen solche Verhältnisse, deren wirkliches Vorkommen ich noch nicht beobachtet habe. Die Bestimmung aller diesen parallelen Ketten angehöriger Blattstellungen ist, wenn man dieses Täfelchen vor sich hat, sehr leicht, da die senkrechten Zahlenreihen zugleich die Reihen der Coordinationszahlen sind, auf welche man bei der Untersuchung der Blattreihen geführt wird, und man demnach zu irgend einem durch die gefundene Reihe der Coordinationszahlen gegebenen Nenner sogleich den Zähler der Div. auffinden kann. Es enthält aber diese Tabelle, wenn man sie auf jede Weise betrachtet, nicht nur die abgekürzte Zusammenstellung der parallelen Ketten, sondern auch alle schon früher betrachteten Annäherungsreihen an alle Glieder der Hauptkette, also fast alle vorkommenden Blattstellungsverhältnisse. Für die Annäherungsverhältnisse geben jedesmal die zwei nächsten in senkrechter Linie über einer beliebigen Zahl, welche der Nenner

eines solchen Verhältnisses sein soll, befindlichen Stellen den dazugehörigen kleinen und grossen Zähler an.

Wir gehen jetzt zur näheren Nachweisung des wirklichen Vorkommens der Verhältnisse über, welche wir in den der Hauptkette parallelen Seitenketten aufgestellt haben. Den römischen Zahlen folgend, mit welchen sie auf dem Täfelchen bezeichnet sind, wollen wir diese Seitenketten nacheinander vornehmen:

I. 1) 1/4 ist (als fortlaufende Blattstellung) ein äusserst seltenes Stellungsverhältniss, für welches ich als Beispiel nur die weibliche Pflanze von *Restio erectus*, welcher (nach getrockneten Exemplaren zu urtheilen) die grossen Scheidenblätter der Inflorescenz unter 1/4 Abständen gegeneinander zu stellen scheint, und *Linaria vulgaris* anführen kann, bei der man an sehr schlanken und mageren Schösslingen zuweilen 1/4 als Einleitungsstellung zu 2/7 und 3/11 findet.

2) 2/7 ist die Stellung der Blattnarben an einem im Münchner Museum aufbewahrten Stamm einer brasilianischen *Cyathea;* dieselbe Stellung findet sich normal bei *Lycopodium spectabile* Blume (vergleiche den Anhang unter *Pinus canadensis*), *Euphorbia heptagona* und *odontophylla;* als häufiger Fall im Wechsel mit anderen zum Theil erst später verständlichen Blattstellungen bei *Lycopodium selaginoides, Selago* und *annotinum* (in der Aehre); ebenso in den weiblichen Aehren vieler *Carex*-Arten, als *C. flacca, caespitosa, gracilis, vesicaria*, ferner bei *Sedum sexangulare, Cactus peruvianus, Royeni, grandiflorus, Helianthus giganteus, Phylica buxifolia, Hottonia palustris*; neben 2/5 oder 3/8 St. ebensohäufig, oder noch häufiger als diese, bei *Solidago canadensis, Epacris grandiflora, Melaleuca diosmaefolia, Reseda odorata, Verbena officinalis* (in der Inflor.); seltener dagegen oder nur als äusserst seltene Ausnahme an jungen Schossen von *Salix*

Caprea, *Laurus nobilis (var. salicifolia)*, *Iasminum fruticans*, *Rhus Cotinus* und an den Kätzchen von *Populus tremula*. Auch an einem sehr schlanken Aestchen einer jungen Ceder fand ich einmal 2/7; ferner in der Infl. von *Lythrum Salicaria* und öfters (im Wechsel mit 8 und 9zeiliger St.) in der Anordnung der Staubblätter von *Pinus montana*. Auch sonst ist diese Stellung den Blütentheilen nicht ganz fremd, wie die Deckung der Perigonblätter an einigen von Schimper gefundenen siebenzähligen Tulpen beweiset. Die Siebenzahl in allen Blütenkreissen von *Septas* und *Sempervivum ciliare* (wenigstens im Carlsr. bot. Garten) beruht ohne Zweifel auch auf diesem Stellungsverhältniss, da die Crassulaceen ja auch in der Stellung der Vegetationsblätter eine Neigung zu den Verhältnissen dieses Gebiets zeigen.

3) 3/11 fand ich im Wechsel mit 5/13 ziemlich häufig bei *Phylica ericoides* und anderen Arten; einmal bei *Lilium candidum* und *Alnus viridis (ament. ♂)*. Bei *Helianthus giganteus*, *Solidago canadensis*, *Lycopodium selaginoides*, welche bereits unter 2/7 genannt wurden, kommt auch diese Stellung vor; ebenso bei *Reseda odorata* im Blütenstand. Bei *Linaria vulgaris* kommt dieses Verhältniss im Wechsel mit sehr vielen anderen vor. (Oefteres und unordentliches Ueberspringen von einer Stellung zur andern, ungleichmässige Drehung der Interfolien und Neigung zur *Fasciatio* macht übrigens die Ordnung der Blätter bei dieser Pflanze nicht selten gänzlich unbestimmbar.)

4) 5/18 (= 100°) kommt mit 2/7 und 3/11 als normale Blattstellung von *Sedum sexangulare* vor. Bei *Sedum reflexum* und *Cactus Opuntia* findet sich 3/11 und 5/18 fast gleichhäufig mit 5/13 und 8/21; auch bei *Aspidium Filix mas* fand ich diese Stellung im Wechsel mit 5/13 und 8/21; neben noch anderen Stellungen findet sie sich bei *Cactus cylin-*

dricus und an den weiblichen Aehren von *Carex flacca, caespitosa* und *vesicaria.* Am Zapfen der Rothtanne haben wir sie schon betrachtet; ebenso findet man sie aber auch als abnorme Stellung der Schuppen bei *P. pendula* (Taf. XXVI. Fig. 12.), *alba* (Taf. XXVI. Fig. 14. 15) und der Nadeln bei *P. balsamea.* Einmal fand ich auch die Blätter von *Cheiranthus incanus* unter dieser Div. gestellt.

5) 8/29 sah ich als Abnormität in der Inflor. von *Scabiosa alpina* und *Plantago media.*

6) 13/47 am Zapfen der Rothtanne und dem Calathidium von *Erigeron Serpentaria*, 13/34- oder 21/55 St. vertretend.

7) 21/76 und 8) 34/123 sind bei *Compositis* zu suchen.

9) 55/199 fand ich einmal bei *Buphthalmum cordifolium* in der Anordnung der Blütchen.

II. 1) 1/5 sah ich an einer *Costus*-Art. Es ist zu bemerken, dass alle diese einfachen, Cyclen mit nur einem Umlauf bedingenden Blattstellungsverhältnisse äusserst selten bei einfach fortlaufender Blattstellung gefunden werden; wir werden sie jedoch später unter einer anderen Gestalt häufiger wiederfinden.

2) 2/9 fand ich, jedoch nicht als ausschliesslich vorkommende Blattstellung, bei *Lycopodium Selago, inundatum, reflexum, annotinum, clavatum* (in der Aehre), *Cactus crenulatus, Linaria vulgaris, Vernonia praealta;* an den weiblichen Aehren von *Carex gracilis* und *caespitosa*, den Kätzchen von *Salix trianda*, den männlichen Kätzchen von *Pinus montana,* der schuppigen Fruchtdecke von *Sagus hospita,* und einmal bei *Sedum reflexum* und in der Inflor. von *Plantago lanceolata.*

3) 3/14 ist mir bei *Lycopodium reflexum* und einer andern dem *L. acerosum* verwandten Art vorgekommen;

4) 5/23 an einem weiblichen Kätzchen von *Betula alba*, und

5) 8/37 in der Inflor. von *Plantago media.*

III. 1) 1/6 habe ich niemals als einfach fortlaufende Blattstellung gefunden; dagegen:

2) 2/11 bei *Lycopodium Selago*, *crassum*, *cernuum* (in der Aehre), *clavatum* (am Schaft, siehe Taf. XXVIII. Fig. 9.), den weiblichen Aehren von *Carex paludosa* und selbst *caespitosa*, den Kätzchen von *Salix trianda, repens, aurita;* ferner bei *Euphorbia mammilaris* und *erosa (polygona)*, *Cactus flabelliformis*, *Linaria vulgaris* und sogar einmal deutlich bei *Epilobium angustifolium*, welches dadurch ein sehr wunderbares und ungewöhnliches Ansehen gewann;

3) 3/17 bei *Lycopodium rigidum* und einmal am Kolben von *Acorus gramineus.*

IV. 2) 2/13 fand ich bei *Lycopodium clavatum,* an dem Kolben von *Acorus gramineus*, den Kätzchen von *Salix aurita* und *monandra*, bei *Cactus flabelliformis, Melocactus* und endlich in der Anordnung der Schuppen auf der Frucht von *Sagus farinifera.*

5) 8/53 habe ich an einem ungeheuren Blütenkolben von *Pothos grandifolia* im Carlsr. bot. Garten abgezählt. Die zwei vorausgehenden Stellungsverhältnisse dieser Kette, so wie die folgenden, sind noch unbesetzt.

V. 1) 1/8. *Costus speciosus* im Münchner bot. Garten zeigt ungefähr dieses Verhältniss; die geringe Div., unter welcher die grossen, abstehenden Blätter gestellt sind, verleiht der ganzen Pflanze ein seltsames, wendeltreppenartiges Ansehen.

2) 2/15 zeigte mir *Lycopodium clavatum* und *diaphanum, Salix aurita, monandra* und *cinerea* (die Kätzchen) und einmal, als ungeheuren Absprung vom gewöhnlichen Stellungsverhältnis, die Inflor. von *Plantago media.*

VI. 2) 2/17 *Lycopodium clavatum*, *Salix cinerea,* der

Blüthenkolben von *Banksia praemorsa* des Carlsruher bot. Gartens (Taf. XXVIII. Fig. 8.), und einmal *Plantago media.*

VII. 2) 2/19 zeigen sehr schön mehrere Exemplare von *Cactus multangularis* im Carlsr. bot. Garten, die Schuppen auf der Frucht des Javanischen *Calamus.* Sogar diese Stellung fand ich noch bei *Plantago media.*

VIII. 2) 2/21, IX. 2) 2/23, X. 2) 2/25 kommen am Kätzchen von *Salix Caprea* vor.

XI. 2) 2/27, XII. 2) 2/29, XIII. 2) 2/31, XIV. 2) 2/33 XV. 2) 2/35 finden sich am Kolben von *Acorus Calamus.* XVI. 2) 2/37 an der Frucht von *Mauritia flexuosa*, aber auch noch bei *Acorus Calamus.*

XVII. 2) 2/39 unterschied ich einmal in der Anordung der Carpellen von *Anemone virginica*, die übrigens hierin sehr variirt und noch manches Räthselhafte zeigt.

XVIII. 2) 2/42. Mit diesem Verhältniss setzt ein aus der Vorwelt in unsere Zeit herüberragender *Lycopodites,* der im Carlsruher Naturaliencabinet aufbewahrt ist, den Schlussstein! Er hat etwa 3″ im Durchmesser und ist dicht mit kleinen Blattnarben bedeckt, welche nach der einen Seite gezählt in 20, nach der andern in 21 Spirallinien gestellt sind. Beiderlei Spiralreihen durchkreuzen sich in 41 Zeilen. So bestätigt auch die Untersuchung der Blattstellung die Analogie jener gabelich sich theilenden und dicht mit Blattnarben besetzten Stämme des Steinkohlengebirgs mit den jetzt noch lebenden Lycopodien.

Von diesen an den Ursprung der Hauptkette zurückreichenden und ihr parallelen Seitenketten giebt es nun selbst wieder einige Abweichungen, welche jedoch in verschiedenen Gebieten nur dasselbe wiederholen, was wir bereits im Gebiet der 2- bis 3ständigen Blattstellungen betrachtet haben. Sie beruhen theils wieder auf annäherungsweiser Erreichung

gewisser Verhältnisse, theils wieder auf neuer Complicirung der Annäherungsverhältnisse. Der erste Fall, z. B. annäherungsweise Erreichung der 2/7, 2/9, 2/11, 2/13, 2/15 St. und dadurch bedingte schief 7-, 9-, 11-, 13-, 15zeilige Blattordnung kommt häufig bei den Lycopodien vor und zwar auf eine merkwürdige Weise. Man sieht nämlich z. B. bei *Lycopodium Selago* öfters die 7 Zeilen nach 2/7 oder die 9 Zeilen nach 2/9 geordneter Blätter allmählig schief und immer schiefer werden, bis plötzlich die schief 7zeilige Blattordnung in eine senkrecht 8zeilige, die schief 9zeilige in eine senkrecht 10zeilige übergeht, welche neue Ordnung im einen Fall durch alternirende 4gliederige, im andern durch ebenso gestellte 5gliederige Wirtel bedingt ist; diese Wirtel selbst aber (wie wir uns später überzeugen werden) durch 1/4 und 1/5 Div. So wird also die zuerst noch ganz, dann fast erreichte 2/7 oder 2/9 St. immer mehr verlassen, bis endlich durch immer grössere Sprünge 1/4 oder 1/5 erreicht ist. Die Anschreibung einiger solcher Annäherungsreihen wird dies anschaulich machen:

1/4, 3/11, 5/18, 7/25, 9/32, 11/39, 13/46, 15/53, 17/60, 19/67, 21/74, ... | 2/
1/5, 3/14, 5/23, 7/32, 9/41, 11/50, 13/59, 15/68, 17/77, 19/86, 21/95, ... | 2/
1/6, 3/17, 5/28, 7/39, 9/50, 11/61, 13/72, 15/83, 17/94, 19/105, 21/116,... | 2/

Glieder der ersten dieser 3 Reihen, also schief 7zeilige Blattordnung, findet man namentlich bei *Lycop. Selago* und *selaginoides* und in der Aehre von *L. annotinum;* schief 9zeilige bei *L. Selago* und *inundatum;* schief 11zeilige in der Aehre von *L. cernuum.* Ganz ähnliche Erscheinungen findet man an den weiblichen Aehren mehrerer *Carex*-Arten. Auch bei *Sedum sexangulare* trifft man annäherungsweise erreichte 2/7 St. und dadurch bedingte unmerkliche Drehung der Zeilen. Selbst am Zapfen der Rothtanne habe ich einmal, als Abweichung von der 5/18 St., 7/25 gefunden. Bei den Lyco-

podien kommt jedoch wirklich, wiewohl nur sehr selten, diejenige Drehung der Zeilen vor, welche wir oben die widersinnige genannt haben. Dies geschieht in den Fällen, wo die Blattstellung auf eine wenigerzeilige herabsinkt, z. B. von 2/9 auf 4gliederige, abwechselnd gestellte Wirtel, in welchem Fall die 2/9 St. nach der Reihe zwischen 1/4 und 2/9 verlassen wird,

| ... 21/94, 19/85, 17/76, 15/67, 13/58, 11/49, 9/40, 7/31, 5/22, 3/13, 1/4

bis endlich 1/4 erreicht ist. So habe ich z. B, die ungewöhnliche Drehung der Zeilen bei *Lycopodium clavatum* beobachtet in einem Fall von 2/15 St., auf welche 7gliederige Wirtel (also nur 14zeilige Blattordnung) folgten. — Weit seltener ist die andere Art der Abweichung, das Vorkommen von Gliedern abermaliger Seitenketten. Nur *Plantago media* liefert einige Beispiele dieser Art, worüber das Nähere bei einer andern Gelegenheit mitgetheilt werden soll.

Noch ein Punkt verdient unsere Aufmerksamkeit, ehe wir zur Untersuchung der in die letzte Gruppe zusammengestellten Abweichungen von der normalen Blattstellung des Zapfens der Rothtanne übergehen: nämlich die grosse Unbeständigkeit der zulezt betrachteten Blattstellungsverhältnisse, welche zunimmt, in je weiter von der Hauptkette entlegene Seitenketten die vorkommenden Verhältnisse fallen, je kleiner also die Div. der Blätter wird. Das Uebersprungen der Blattstellung von einem Gebiet ins andere, welches wir hier so gewöhnlich finden, und welches von dem früher beobachteten Wechsel der Blattstellung nach der Aufeinanderfolge der Glieder derselben Kette ganz verschieden ist, veranlasst uns, noch einmal rückwärts die verschiedenen Arten des Variirens der Blattstellung zu überblicken. Diese hat sich uns gezeigt: 1) als Wechsel, Uebergang oder stufenweise Aufein-

anderfolge der nächstverwandten Stellungsverhältnisse, wie sie nach dem Gesetz der Complicirung aus einander hervorgehen, also in dem (an verschiedenen Exemplaren, oder bei demselben Exemplar an verschiedenen Achsen und Achsentheilen) vorkommenden Wechsel der in derselben Kette sich zunächst liegenden Verhältnisse. Hierher gehört der Wechsel von 2/5, 3/8 und 5/13 Stellung, den manche Pflanzen zeigen, und das noch gewöhnlichere Variiren bei den complicirteren Verhältnissen. *Sedum acre* mit 2/5, 3/8, 5/13, *Rhus Cotinus* mit 2/5 bis 8/21, die Inflor. von *Digitalis lanata* mit 5/13 und 8/21, von *Plant. maior*, *Sanguisorba tenuior* und *Betula alba* mit 5/13, 8/21, 13/34, und der Zapfen von *Pinus Picea* mit 8/21, 13/34, 21/55 haben uns davon Beispiele gegeben. *Sedum sexangulare* zeigt einen ähnlichen Spielraum in der Kette der unvollkommen 4ständigen Blattstellungen, nämlich 2/7, 3/11, 5/18. Vertheilung der verschiedenen Stellungsverhältnisse an verschiedene Achsen sahen wir bei *Ruscus racemosus*, *Geum urbanum*, *Sphagnum*, *Hypnum Reinwardti*; Uebergang und Aufeinanderfolge derselben an derselben Achse am Mitteltrieb der Coniferen, *Cammelina*, Syngenesisten, *Serapias*, *Aloe trigona etc.* 2) zeigte sich das Variiren der Blattstellung im Vorkommen geringer Abweichungen von den Verhältnissen der Hauptkette oder, von der anderen Seite betrachtet, in bloss annäherungsweiser Erreichung derselben. So fanden wir bei Tannenzapfen und *Plantago* neben 5/13, 8/21, 13/34 die anomalen Stellungen nach 7/18, 11/29, 18/47; bei *Meesia tristicha*, *Gymnostomum aestivum* und andern Laubmoosen bald gerad-dreizeilige, bald (wegen bloss annäherungsweiser Erreichung von 1/3) schief-dreizeilige Blattordnung. *Sedum acre* sahen wir mit schief-5zeiliger, *Sedum sexangulare* mit schief-7zeiliger Blattordnung variiren; auch die Lycopodien und manche Aloe-Arten (z. B. *obscura*,

excavata, variegata, pentagona) zeigten Aehnliches. Es ist bei dieser Art des Variirens der Unterschied in der Div. der vorkommenden Abänderungen stets sehr gering und zwar um so geringer, je mehr die Anzahl der Glieder und Umläufe der Cyclen verändert erscheint. 3) zeigte sich das Variiren der Blattstellung im wechselnden Vorkommen der sich entsprechenden Glieder paralleler Ketten; im Vorkommen der analogen Fälle aus verschiedenen Blattstellungsgebieten. Hierher gehören die Beispiele, bei denen wir ausser den normalen, der Hauptkette angehörigen Blattstellungen auch die analogen aus der Kette zwischen $1/3$ und $1/4$ antrafen, wie z. B. bei Schösslingen von *Salix Caprea* und *Iasminum fruticans* ($2/5$ und $2/7$), bei *Epacris grandiflora*, *Solidago canadensis* ($2/5$ und $2/7$, $3/8$ und $3/11$), *Aspidium Filix mas*, *Cactus Opuntia*, *Alnus viridis*, *Pinus alba*, *Cheiranthus incanus* ($5/13$ und $5/18$), *Erigeron Serpentaria* ($13/34$ und $13/47$), und *Buphthalmum cordifolium* ($55/144$ und $55/199$). *Sedum reflexum* greift in dieser Art des Variirens sogar in das dritte Gebiet ein ($2/5$, $2/7$, $2/9$); so auch *Betula alba* ($5/13$, $5/18$?, $5/23$) und *Plant. media* ($8/21$, $8/29$, $8/37$). In je entfernteren Seitenketten die Blattstellung sich bewegt, desto häufiger findet sich diese Art des Variirens, durch desto mehr Gebiete greift das Spiel der Verhältnisse durch. Dies sehen wir besonders an *Linaria vulgaris* ($2/7$) $2/9$, $2/11$), *Lycopodium clavatum* ($2/9$. $2/11$, $2/13$, $2/15$, $2/17$), und *Acorus Calamus* ($2/27$, $2/29$, $2/31$, $2/33$, $2/35$, $2/37$).

Wenn wir jedoch alle vorgefundenen Fälle des wechselnden Vorkommens von Verhältnissen aus verschiedenen Ketten vergleichen, so bemerken wir 4) dass die Natur bei der Wahl der Blattstellungen aus verschiedenen Gebieten nicht immer der Analogie der Verhältnisse folgt, sondern vielmehr häufig nach der grösseren Uebereinstimmung in der

Anzahl der durch sie bedingten Zeilen für das Vorkommen der einen oder der andern entscheidet. Wo eine andere Blattstellung der benachbarten Kette in der Anzahl der Glieder ihres Cyclus der normalen näher liegt als die analoge, da ist es zweifelhaft, ob nicht diese der analogen vorgezogen wird. Während bei dem Wechsel der Blattstellung nach der Analogie der Verhältnisse immer die gleiche Anzahl der Umläufe erhalten wird, sehen wir hier offenbar ein Bestreben, so weit es bei der Verschiedenheit der Mittel möglich ist, Cyclen mit ähnlicher Anzahl der Glieder, also für gleichförmig fortlaufende Blattstellungen ähnliche Anzahl der Zeilen hervorzubringen. Hieher gehört der beobachtete Wechsel von 3/8 und 2/7 (nicht 3/11) bei *Melaleuca diosmaefolia*, *Laurus nobilis*, *Verbena officinalis* (in der Inflor.) *Populus tremula* (im Kätzchen); von 5/13 und 3/11 (nicht 5/18) bei *Lilium candidum;* von 8/21 und 5/18 (nicht 8/29) bei *Pinus pendula* und *balsamea;* von 13/34 und 8/29 (nicht 13/47) bei *Scabiosa alpina.* Dasselbe Gesetz ergiebt sich auch beim Vergleich der bei *Pinus Picea* aus beiden Ketten vorkommenden Fälle, wenn man nämlich 5/13, wovon wir ja nur Andeutungen fanden, ausschliesst. Wir fanden zu 8/21, 13/34, 21/55 nicht die analogen Verhältnisse der Nebenkette 8/29, 13/47, 21/76, sondern die in der Anzahl der Glieder näher liegenden 5/18, (8/29), 13/47. Bei *Linaria vulgaris* fand ich an ungefähr gleichstarken Schösslingen 5/13, 3/11 (nicht 5/18), 2/9 (nicht 5/23), 2/11 (nicht 5/32). In diesen verschiedenen Arten des Abänderns der Blattstellung, in denen uns die verschiedenen Arten der natürlichen Verknüpfung und des lebendigen Zusammenhanges der Blattstellungsverhältnisse offenbar werden, erkennen wir wieder alle jene am Eingang der Untersuchung für die Beurtheilung der Verwandtschaft der Blattstellungen aufgestellten Punkte: in der

ersten und häufigsten Art des Wechsels der Blattstellung die innigste und stärkste Verwandtschaft nach der Aehnlichkeit im Ganzen, in den drei folgenden Arten die einseitigen schwächeren Verwandtschaften nach der Aehnlichkeit in der Grösse der Divergenz, der Anzahl der Umläufe, der Anzahl der Glieder. So findet sich bei aller Mannigfaltigkeit des Variirens doch immer nur das Aehnliche, das Verwandte beisammen.

Wir haben nun noch die Untersuchung der in die letzte Gruppe zurückgesetzten Zapfen der Rothtanne, welche in der Anordnung der Schuppen von dem gewöhnlichen Verhältniss abweichen, vor uns. Von welcher Art könnte wohl das Abweichende dieser sein, die weder durch irgend eine der eben betrachteten Arten des Variirens ihre Erklärung finden, noch überhaupt irgend welchen der bisher gefundenen Blattstellungsverhältnisse sich anpassen wollen? Welche noch übersehene Art möglicher Modificirung der Blattstellung wäre zu betrachten übrig? Während der letzten Abtheilung der Untersuchung, bei Aufsuchung der Beispiele für die Blattstellungsverhältnisse der entfernteren Seitenketten, ist uns namentlich bei den Lycopodien eine früher wenig bemerkte und nach allem Bisherigen noch gänzlich unbegreifliche Art des Variirens so häufig und unter so merkwürdigen Verhältnissen vorgekommen, dass wir Mühe hatten, ihre nähere Betrachtung so lange zurückzuschieben, und uns jetzt derselben nicht länger entschlagen können: es ist dies das Vorkommen von wirteligen Blattstellungen im Wechsel mit den bisher allein betrachteten in gleichförmiger Spirallinie fortlaufenden. Man findet nämlich bei den Lycopodien, an den Weidenkätzchen, Aehren mancher Seggen, Kolben von Acorus, bei vielen *Cactus*-Arten und einigen cactusähnlichen Euphorbien ausser den bisher an ihnen betrachteten schon ziemlich zahlreichen Modificationen

der Blattstellung immer noch mehrere andere, welche, obgleich in der Anzahl der Zeilen mit den früher angegebenen sehr verwandt, doch eine ganz verschiedene Einrichtung zeigen, indem bei ihnen die Blätter nicht in einer ununterbrochenen Spirallinie, sondern in unter sich abgesetzte Wirtel geordnet sind. Um dies an Beispielen zu zeigen, erinnere ich zuerst an *Lycopodium Selago*, welches uns schon einmal auf diesen Gegenstand aufmerksam gemacht hat. Wir finden bei ihm 7-, 8-, 9-, 10-, 11zeilige Anordnung der Blätter. Von den verschiedenen Modificationen der Blattstellung, welche dieser Verschiedenheit in der Anzahl der Zeilen zu Grunde liegen, kennen wir nur diejenigen, durch welche die 7-, 9- und 11-Zahl der Zeilen bedingt wird, nämlich 2/7-, 2/9- und 2/11 St.; die zwischen den 7-, 9- und 11zeiligen in der Mitte stehenden 8- und 10zeiligen Blattordnungen dagegen beruhen auf Verhältnissen, deren Natur und Zusammenhang mit den andern uns noch völlig unbekannt ist, nämlich nicht wie diese auf ununterbrochen spiralig fortlaufender Blattstellung, sondern auf wirtelartiger Zusammenstellung der Blätter. In dem einen Fall sind es 4gliederige, im anderen 5gl. Wirtel, welche, abwechselnd gestellt, 8- und 10zeilige Anordnung der Blätter erzeugen. Aehnliches wiederholt sich bei den andern Lycopodien: *L. annotinum* zeigt 7-, 8-, 9- und 10zeilige Anordnung der Blätter, *L. inundatum* 9- und 10zeilige, *L. cernuum* in der Aehre 10- und 11zeilige; in diesen Fällen sind immer die ungeradzähligen Zeilen durch Spiralstellungen, die geradzähligen durch wirtelige Stellungen bedingt. Das ausgedehnteste Vorkommen auf diese Weise wechselnder spiraliger und wirteliger Stellungen fand ich bei *Lyc. clavatum*, nämlich ein Vorkommen von 8-, 9-, 10-, 11-, 12-, 13-, 14-, 15-, 16-, 17zeiliger Anordnung der Blätter bei derselben Pflanze (die 2 ersten Modificationen in der Aehre, die 2 folgenden am

Schaft, alle übrigen an den grünbelaubten Stengeln und Aesten), bedingt durch 2/9-, 2/11-, 2/13-, 2/15-, 2/17 St. wechselnd mit alternirenden 4-, 5-, 6-, 7-, 8gliederigen Wirteln. Die Stellung der Bracteen an den Kätzchen der Weiden befolgt in ihren Modificationen dasselbe Gesetz: *Salix triandra* variirt mit 9, 10 und 11 Zeilen, *S. repens* mit 10, 11, 12, *S. monandra* mit 12, 13, 14, 15, *S. aurita* mit 11, 12, 13, 14, 15, *S. cinerea* mit 15, 16, 17, 18, 19; alle diese Zahlen sind bedingt durch 2/9-, 2/11-, 2/13-, 2/15-, 2/17-, 2/19 St. wechselnd mit 5-, 6-, 7-, 8-, 9gl. Wirteln. Auf dieselbe Weise ist das Variiren in der Anzahl der Zeilen, das man an den weiblichen Aehren vieler *Carex*-Arten beobachtet, bedingt: man findet bei *C. vesicaria* und *flacca* 6, 7, 8 Zeilen, bei *C. gracilis* und *caespitosa* 6, 7, 8, 9, 10, 11, bei *C. paludosa* 9, 10, 11. *Acorus gramineus* zeigt am Kolben 11-, 12-, 13zeilige Anordnung der Blütchen, hervorgebracht durch 2/11 St., 6gliederige Wirtel und 2/13 St.; bei *Acorus Calamus* fand ich zwischen der durch 2/31 und 2/33 St. bedingten 31- und 33zeiligen Anordnung der Blütchen, auch eine 32zeilige bedingt durch 16gl. Wirtel; gewiss finden sich bei dieser Pflanze auch noch andere mehr und weniger gliederige Wirtel, welche in ihrer alternirenden Stellung die übrigen von den Spiralstellungen in der Anzahl der Zeilen gelassenen Lücken ausfüllen. *Cactus flagelliformis* wechselt mit 11, 12, 13 Blattzeilen (2/11 St., 6gl. W., 2/13 St.); *C. grandiflorus* mit 5, 6, 7, 8 (2/5 St., 3gl. W., 2/7 St., 4gl. W.); *C. peruvianus* mit 5, 6, 7; *C. speciosus* mit 3, 4, 5 (1/3 St., 2gl. W., 2/5 St.); auch *C. triangularis* zeigt sich zuweilen wegen alternirender 2gl. Wirtel 4kantig; *Euphorbia canariensis*, gewöhnlich 4kantig wegen sich kreuzender Blattpaare, erscheint zuweilen 5kantig durch eintretende 2/5 St.; *E. erosa* variirt mit 11 und 12 Kanten (2/11 St. und 6gl. Wirteln);

E. mammillaris zeigt bald 11, bald nur 10 Blattzeilen (2/11 St. und 5gl. W.). Hieher gehört auch das bekannte Variiren mancher Pflanzen mit *foliis sparsis* (2/5, 3/8) und *decussatis* (alternirenden 2gl. Wirteln) und der dabei zu beobachtende Uebergang der einen Stellung in die andere, wie z. B. bei *Atriplex, Lunaria, Scrophularia, Cannabis, Veronica pulchella.* Die Epilobien aus der Verwandtschaft des *E. montanum* variiren dabei auch mit 3gl. Wirteln, so dass bei ihnen die 2/5 St. in der Zahl der Zeilen das Mittel hält zwischen den durch die alternirenden 2- und 3gl. Wirtel bedingten 4- und 6zeiligen Blattordnungen. So variiren auch *Helianthus tuberosus* und *Punica Granatum* mit 2gl. Wirteln, 2/5 St- und 3gl. Wirteln; selbst bei *Cornus sanguinea*, der gewöhnlich *folia decussata*, selten 3gl. alt. Wirtel zeigt, fand ich an einem Schössling 2/5 St. Wie die 2/5 St. die Mitte erfüllt zwischen den durch alt. 2gl. und alt. 3gl. Wirtel erzeugten Blattordnungen, so die 2/7 St. zwischen alt. 3gl. und alt. 4gl. Wirteln. Davon gibt *Helianthus giganteus* ein Beispiel; bei *Lythrum Salicaria* die Stellung der Blätter in 3gl. alt. Wirtel in der Infl. in 2/7 übergehend; auch bei sehr kleinen und magern Schösslingen von *Linaria vulgaris* sah ich ausser der 2/7 St. auch 3gl. und 4gl. Wirtel. *Sedum sexangulare*, gewöhnlich 7zeilig (siehe oben) ändert zuweilen ab mit 6zeiliger Blattordnung, hervorgebracht durch alt. 3gl. Wirtel; daher auch sein Name. Bei *Sedum Telephium* kommen 2gl. Wirtel, 2/5 St., 3gl. W., ja sogar 2/7 St. und 4gl. W. vor, also 4-, 5-, 6-, 7-, 8zeilige Blattordnungen; in derselben Ausdehnung sah ich auch die Blattstellung der *Phylica buxifolia* variiren. Diese räthselhafte Art des Variirens der Blattstellung erinnert uns auch an den Wechsel der 4- und 5-Zahl in den Blütenkreisen der Dicotyledoneen, z. B. *Polygonum, Ruta, Rhamnus, Evonymus, Moehringia, Gentiana;*

der 5- und 6-Zahl bei *Lythrum*, *Anemone;* der 4-, 5- und 6-Zahl bei *Punica*, *Clematis*, *Pulsatilla*, *Caltha;* der 6-, 7- und 8-Zahl bei *Trientalis.* Sollte die Ursache dieses Zahlenwechsels nicht auch ein Wechseln der 2/5 St. mit alt. 2gl. oder 3gl. Wirteln, der 2/7 St. mit 3gl. und 4gl. sein? Wenigstens bei *Anemone*, *Pulsatilla* und *Caltha* kann man sich davon überzeugen, und bei *Punica* wird es durch die Uebereinstimmung mit dem Variiren der Blattstellung unzweifelhaft. Dies ist auch die Art des Variirens, welche die Stellung der Schuppen auf den Früchten von *Sagus*, *Mauritia*, *Calamus* zeigt; so fand ich z. B. unter einer kleinen Anzahl von Früchten eines *Calamus* aus Java einige mit 19 Schuppenreihen (2/19 St.), andere mit 18 Reihen, entstanden durch das Abwechseln der Glieder 9zähliger Wirtel, endlich eine, bei welcher die Anordnung der Schuppen, in der untern und obern Hälfte verschieden, beide Verhältnisse zeigte. — So drängt sich eine Reihe uns noch ganz unbegreiflicher Verhältnisse, die der wirteligen Stellungen, überall mitten hinein unter die bekannten spiraligen; der Wechsel und Uebergang, durch welchen die Natur die einen an die andern anknüpft, beurkundet zwischen beiden eine wesentliche Uebereinstimmung, einen uns noch verborgenen innern Zusammenhang. Um die Lösung dieses Räthsels zu versuchen, um uns über ein so wunderbares Ineinandergreifen dem Anscheine nach so verschiedenartiger und unvereinbarer Verhältnisse wo möglich einigen Aufschluss zu verschaffen, müssen wir hier eine kurze Betrachtung einschalten über die Art, wie wir uns überhaupt den Ursprung und die Natur der Wirtel vorstellen können. Ein Zweifel über die Natur der Scheiden von *Equisetum* soll uns hiebei zum Ausgangspunkt dienen, weil bei diesen der Contrast der bestehenden entgegengesetzten Theorien über die Natur der Wirtel sich am deutlichsten zeigt.

Man hat häufig die Equiseten mit den Gräsern in Parallele gestellt, noch häufiger aber durch die Casuarinen den Coniferen anzunähern gesucht. Soll man nun, der Analogie mit den Gräsern beistimmend, die vielzähnigen Scheiden dieser Gewächse für röhren- oder tutenförmige Scheidenblätter, etwa den Blattscheiden der Gräser oder Polygoneen vergleichbar, also für einzelne, nur aller einseitigen Entwickelung ermangelnde Blätter ansehen (wie solche tuten- oder stiefelförmige Scheiden ohne alle *Lamina* ja auch bei andern Pflanzen, z. B. bei *Cyperus* und *Luzula* vorkommen); — oder soll man vielmehr, von der durch die Casuarinen vermittelten Aehnlichkeit der Equiseten mit den Coniferen geleitet, diese Scheiden betrachten als bestehend aus so vielen ursprünglich verschiedenen Blättern, als die Zahl ihrer Zähne angibt, welche Blätter freilich nicht wie die Nadeln der Pinus-Arten zerstreut, sondern, wie es bei *Cupressus*, *Iuniperus* und selbst noch bei den Keimblättern von *Pinus* der Fall ist, in Wirtel zusammengehalten und, wie wir dasselbe bei den Involucralblättern von *Senecio*, *Tagetes* und den Kelchblättern von *Dianthus* etc. gesehen haben, in Röhren verwachsen wären? Zwei sehr widerstreitende Ansichten, für und gegen welche in der Natur fast gleichviele Thatsachen zu zeugen scheinen, so dass man versucht wird, auf eine Vermittelung beider zu sinnen, durch die jedoch die Widersprüche vielmehr zusammengestellt, als wahrhaft gelöset würden. Vergleicht man die vielzähnigen Scheiden von *Equisetum* mit den Blattquirlen des *Hippuris*, so scheinen zweierlei Annahmen gleich einfach: 1) die der Entstehung der vielzähnigen Scheide aus dem Verwuchs vieler Wirtelblätter, und umgekehrt 2) die Ableitung eines solchen Quirls aus der vielzähnigen Scheide. Nach der letzteren Ansicht wäre zwischen der Scheide des *Equisetum* und dem

Quirl des *Hippuris* nur der Unterschied, dass die bei ersterem in der Entstehung der Zähne schon angedeutete Spaltung bei letzterem sich wirklich ausgeführt fände. Somit ist uns in Gedanken aus der ringsum geschlossenen Scheide durch vielfache Spaltung ein Quirl getrennter Blättchen hervorgegangen. Vergleichen wir nun von *Hippuris* aus weiter, so scheint uns der Uebergang durch *Elatine Alsinastrum* zu den zweigliederigen Wirteln der Caryophylleen leicht, und wir könnten demnach auch diese, und vielleicht alle Wirtelblätter, als Theile ursprünglich ganzer Blattscheiden betrachten. Dies wird uns noch wahrscheinlicher, wenn wir wieder zur Betrachtung von *Equisetum* zurückgehen und bemerken, wie bei *E. sylvaticum* die sonst getrennten, sehr zahlreichen Scheidenzähne in den Scheiden des fructificirenden Schafts in zwei oder drei grosse, breite Lappen verbunden bleiben, die von eben so vielen parallelen Rippen durchzogen sind, als nicht zum getrennten Dasein gelangte Zähne in ihnen zusammengefasst sind. Diese Erscheinung deutet uns die Möglichkeit an, wie aus der ursprünglichen Blattscheide bald mehr bald weniger Wirtelblätter entstehen können, je nachdem die einzelnen Blätter mehr oder weniger Gefässbündel in sich sammeln, bis im Fall der äussersten Vervielfältigung jedem einzelnen nur ein einziges zufällt. Von *Equis. sylvaticum* finden wir auch leicht zu den ungetheilten Scheidenblättern der Moncotyledoneen den Uebergang; denn wie bei jenem der Kreiss paralleler Rippen bereits in wenigen vielrippigen Lappen gesammelt ist, so könnten ja auch sämmtliche Rippen in ein einziges Stück vereinigt werden. Die Streifenblätter der Monocot. wären alsdann ganzen Blattquirlen gleichzustellen, als Scheiden, die sich nicht in Theilblätter aufgelöset, sondern im ursprünglichen Zusammenhang erhalten und bloss einseitig entwickelt hätten. Fassen wir

das Ergebniss solcher Vergleichungen kurz zusammen, so können wir sagen: Alle aus einem Knoten hervorgehende Blattbildung ist als ein ursprüngliches Blattganze anzusehen, als ein einiger Blattkreis, gleichviel, ob es ein einziges Blatt ist, oder zwei oder viele, welche auf diese Weise den Stengel ringförmig umgeben. Diesen von jedem Knoten ausgehenden Blattring kann man sich auf verschiedene Weise als Ganzes bestehend, oder in gesonderte Theile entwickelt vorstellen. In seiner ursprünglichen Gestalt, als ringsum geschlossene, vollkommen ganze oder doch nur gezähnte Röhre, erschiene uns der Blattkreis bei *Equisetum*, *Casuarina*, *Ephedra*; man denke sich die ringsum zusammenhängende Scheide gespalten, entweder nur auf einer Seite, so entstünden die einsam am Knoten stehenden Blätter der Monocot.; oder auf zwei Seiten, so entstünden an demselben Knoten entgegengesetzte Blätter; oder strahlig, so würde die Blattscheide in einen Blattquirl zerlegt. Wie sollten wir nicht auf solche Gedanken geführt werden bei der Betrachtung der untersten Blätter der Gentianen, die als noch kaum zweilappige Scheiden erscheinen, der äussersten Knospenblätter von *Acer* und *Viburnum Opulus*, die fast geschlossene Blasen mit zweizähniger Mündung vorstellen; ferner beim Anblick von *Iuniperus Sabina* und *phoenicea*, wo gleichsam ein zwei- oder dreizähniger Trichter im anderen steckt, und endlich gar bei Beobachtung des aus gemeinschaftlicher Scheide dem wahren Blatt gegenüber sich entwickelnden, oft rankenartigen Blattfetzens mancher Tradescantien? Führt uns dieser Fall nicht beinahe von selbst hinüber zu der doppelblättrigen Scheide von *Dianthus*? Der Unterschied der Mono- und Dicotyledoneen wäre demnach vielleicht hauptsächlich darin zu suchen, dass bei ersteren die Blätter wegen bloss einseitiger Spaltung der Scheide zugleich wahre Blattganze, deshalb nothwendig

den Stengel ganz umscheidend, mit vielen parallelen Rippen durchzogen, und einzeln stehend wären; bei letzterer dagegen eigentlich nur Theilblätter vorkämen; stets mehrere zusammengehörig, meist mit einer Mittelrippe versehen und ursprünglich wirtelständig. Das Entstehen vereinzelter Blätter bei den Dicot. liesse sich alsdann auf zwei Wegen denken: erstlich durch Verkümmerung der Wirtelblätter bis auf ein einziges, oder zweitens durch die Zerrüttung der Knoten, so dass die ursprünglich zusammengehörigen und einen einzigen Blattkreis bildenden Blätter in verschiedene Höhen auseinander gehoben würden. Für die Reducirung der Wirtelblätter durch Verkümmerung eines Theils derselben, ja endlich aller, bis auf ein einziges übrig bleibendes, liessen sich mancherlei Erscheinungen anführen, z. B. das allmälige Verschwinden eines Theils der Wirtelblättchen bei den Galien, das Vorkommen der *folia disparia* (z. B. bei *Ruellia persicifolia*, *Trevirania heterophylla*, *Herniaria*, *Tribulus*, *etc.*); auch die Nebenblättchen oder *Stipulae* würden hier ihre Erklärung finden. Am meisten verdient aber unsere Aufmerksamkeit die vorhin erwähnte zweite Art der Vereinzelung der Blätter, wie wir sie am oberen Theil des Stengels bei den Epilobien, Scrophularien, *Veronica*, *Verbena etc.* eintreten sehen, nämlich das Auseinanderrücken der Blätter, die wir als einem einzigen Blattkreis angehörig betrachtet haben, verursacht durch eine allmälige Zerrüttung und endlich gänzliche Verwischung der Knoten, die eine völlige Ununterscheidbarkeit der angenommenen ursprünglichen Blattkreise zur Folge hat: also eine höchst wunderbare Auseinanderreissung der ursprünglich zusammengehörigen Theile und Verkettung der vorher gesondert dastehenden Blattganzen.

Diese nur mit einigen Zügen angedeutete Art, den Zusammenhang der Blattwirtel und der vereinzelten Blätter zu erklären, stimmt ungefähr mit den Ansichten überein, welche

Ernst Meyer in der Schrift über *Houttuynia* *) ausgesprochen, und welche mit mehr Schärfe und Ausführlichkeit geprüft zu werden verdienen, als der hier gegebene Raum und meine Kräfte es erlauben. So vieles in der Natur scheint der Annahme ursprünglicher Einheit der Wirtelblätter bestätigend entgegenzukommen, und doch setzt sich ihr von der andern Seite so viel Widersprechendes entgegen. Ich hebe hier nur einige Gegenbemerkungen hervor, die mir hinreichend scheinen, auf eine Ansicht zu führen, welche allein im Stande ist, uns über die bei der Untersuchung der Blattstellung beobachtete Erscheinung des abwechselnden Vorkommens wirteliger und spiraliger Blattstellung einiges Licht zu verbreiten. Der wahre Knoten, welcher hier zu lösen ist, scheint eben der Knoten selbst zu sein, aus welchem die Blätter zu entstehen scheinen; denn allein die bindende Gewalt dieses Knotens konnte uns veranlassen, bald mehrere Blätter einem einzigen, bald ein einziges an Werth mehreren gleichzusetzen. Sollten die Schlingen dieses Knotens nicht gelöset und die Blätter der Wirtel in gleiches Recht mit den übrigen eingesetzt werden können?

Da wir in der sichtbaren Zerstreuung der Wirtelblätter doch endlich die Möglichkeit seiner Entbindung zugeben müssen, warum wollten wir ihn nicht auch als einen ursprünglich durch verschiedene für sich ganze Blätter zusammengeknüpften ansehen? Die untersten Blätter der Pflanze zeigen überall, wo sie einzeln stehen, einen stengelumfassenden Grund, eine ringförmig vom Stengel sich ablösende Scheide, auf und aus welcher, als dem wahren Grundgebilde, sie sich entwickeln. Solche umfassende Grundscheiden sahen wir bei den Dolden, Ranunkeln, Thalictren, Potentillen, Trifolien, Polygoneen im

*) *De Houttuynia atque Saurureis. Regiom.* 1827. *p.* 33.

wesentlichen ganz übereinstimmend mit denen der Gräser, Orchideen, Aroideen, Potamogetonen. Folgen wir dem Gang der Metamorphose, so sehen wir, wie allmälig, je höher wir an der Pflanze emporsteigen, der anfangs ganz umfassende Grund des Blatts schmaler, die Breite des Umfassens immer geringer wird. Waren mit den ganz umfassenden Blättern durchgreifende Knoten verbunden, so nimmt nun mit der geringer werdenden Breite des Blattgrundes auch die Ausdehnung der Knoten ab, ja sie verschwinden uns mit der fortschreitenden Umgestaltung der Blätter allmälig ganz; nicht minder bei den Mono- als bei den Dicotyledoneen. Hier sehen wir offenbar ein Verschwinden des Knotens ohne alle Auseinanderzerrung desselben. Sollen wir nun in diesem Falle behaupten, dass, weil die Knoten am unteren Theile des Stengels durchgreifend sind, auch die Blätter umfassen, nach oben aber wegen der einseitigen Ausbildung des Knotens auch die Blätter nur einseitig hervortreten und am Ende gar auch ohne Knoten entstehen können? Oder ist es nicht vielmehr der Wahrheit gemässer anzunehmen, dass es nicht der Knoten ist, welcher das Blatt erzeugt, sondern dass vielmehr umgekehrt das Blatt erst den Knoten bildet, das ganz umfassende einen durchgreifenden, das nur theilweise umfassende aber einen um so weniger bemerklichen, je schmaler sein Grund ist? Und wenn wir dies annehmen, kann uns alsdann das Zusammenstehen zweier oder mehrerer Blätter um einen Knoten jemals ein Beweis sein, dass diese Blätter gleichzeitiger Entstehung und eigentlich nur Theile eines einzigen wahrhaft ganzen Blattes seien? Ist es nicht vielmehr wahrscheinlich, dass mehrere Blätter mit schmalem Grund, wenn sie enge zusammenhalten, ebensogut in ihrem Zusammenwirken einen durchgreifenden Knoten hervorbringen können, als ein umfassendes Blatt für sich allein? Um hierüber Gewissheit zu erhalten, müss-

ten Beispiele nachgewiesen werden, bei denen Blätter von entschieden ungleichzeitiger Enstehung in wirtelartiger Zusammenstellung einen einzigen Knoten bildeten. Können wir solche aufweisen, so müssen wir, wo möglich, noch darüber zu entscheiden suchen, ob es sich in allen Fällen so verhalte, dass die Wirtel im Zusammenhalt mehrerer ursprünglich verschiedener Blätter bestehen, oder ob es auch noch andere von diesen sorgsam zu unterscheidende Wirtel gibt, welche nicht aus der Verbindung mehrerer Blätter zu einem Ganzen, sondern aus der Zerlegung und vielseitigen Entwickelung eines einzigen Blatts hervorgehen.

Bei Potamogetonen sieht man hie und da zwei Blätter so eng zusammenhalten, dass sie nur einen Knoten zu bilden scheinen, ja bei *Potamogeton densus* ist eine solche paarweise Annäherung der Blätter normal. An den kriechenden Stengeln mancher Gräser halten gewöhnlich drei Blätter zu einem grossen Knoten zusammen, der durch ein sehr langes Internodium von dem folgenden, abermals von drei Blättern gebildeten, getrennt wird. In diesen Fällen unterscheidet man mit Sicherheit ursprünglich verschiedene Blätter, weil jedes einzelne eine besondere, ganz umfassende Scheide besitzt. Sollten nun solche in bestimmter Anzahl zusammenhaltende Blätter nicht auch mit ihrem Grund so innig verschmelzen können, dass sie das Ansehen von Theilen einer und derselben nach verschiedenen Richtungen entwickelten Scheide annähmen? Sollte dies nicht die gewöhnliche Art der Entstehung der Wirtel dicotyledonischer Pflanzen sein? Die Belauschung der Natur in ihren Uebergängen, in ihren Fehltritten, durch die sie oft verräth, was sie beim normalen Verlauf verborgen hält, muss hierüber entscheiden: Fälle allmälig sich einstellender Verknüpfung und umgekehrt theilweiser und völliger Wiederauflösung des Verbandes mehrerer Blätter müssen aufge-

sucht werden. Und diese finden sich wirklich in grosser Menge! Bei den Umbelliferen sieht man oft, dass am oberen Theile des Stengels zwei oder drei Blätter ganz nahe beisammenbleiben, theils einander mit noch getrennten Scheiden umfassend, theils aber unter sich mehr oder minder verwachsend: eine Erscheinung, die nur ein Vorläufer ist von der im Involucrum und Involucellum meist stattfindenden Verbindung einer grossen Menge von Blättern zu einem zusammenhängenden Kreis. Aehnliches haben wir ja auch schon bei den Periclinien der Syngenesisten und den Wirteln der Blüte gesehen und sogar die Aufeinanderfolge und das gegenseitige Stellungsverhältniss der in ihnen verbundenen Blätter zu bestimmen gesucht. Dies aber, könnten die Vertheidiger der ursprünglichen Einheit der Wirtelblätter sagen, sind nicht die eigentlichen und wahren Wirtel, sondern nur eine Nachbildung derselben durch Vereinigung der Blätter verschiedener Knoten; die wahren Wirtel dagegen, bei denen man kein allmähliches Eintreten nachweisen kann, müssen, da sie einem Knoten zugehören, als nur scheinbar aus vielen Blättern bestehend betrachtet, und aus der strahligen Entwicklung eines einzigen Blattkreises hergeleitet werden. Dagegen sind die fast bei allen Wirteln ausserordentlicher Weise vorkommenden, bei vielen Pflanzen aber an gewissen Stellen regelmässig eintretenden Zerstreuungen der vorher kreisständigen und auf scheinbar gleicher Höhe befindlichen Blätter einzuwenden, besonders aber die merkwürdige Erscheinung, dass der Uebergang 2 gliederiger Wirtel in 3 gliederige, oder 3 gliederiger in 4 gliederige, und umgekehrt der Rückgang mehrgliederiger in minderzählige häufig durch eine Zerstreuung der Blätter vermittelt wird. Solche Erscheinungen, welche die wichtigsten Aufschlüsse über die Anordnung der Wirtelblätter geben, habe ich mit vieler Sorgfalt namentlich bei *Helianthus*-Ar-

ten, *Lythrum*, *Phlox*, *Lysimachia*, *Aiuga*, *Evonymus*, *Myrtus*, *Iuniperus*, *Alsine* und andern Pflanzen beobachtet; es würde uns aber zu weit führen, in's Einzelne solcher Beobachtungen einzugehen. Die Zerstreuung der Wirtelblätter soll zwar nach Ernst. Meyer ihre Erklärung in einem „*dispersus foliorum congenitorum*," beruhend auf einer *disturbatio nodorum*, finden. Da sich aber, wenn man einmal die Knotenbildung in ihrer Abhängigkeit von der Blattbildung erkannt hat, keine Zerrüttung derselben denken lässt, so sind wir von dem *congenitorum foliorum dispersus* gänzlich befreit, und alle diejenigen Wirtel, deren Glieder einer regelmässigen Auseinanderhebung und Zerstreuung fähig sind, erweisen sich uns als wahrhafte Blätterbünde, aus der Vereinigung ursprünglich getrennter und daher bei der Auflösung des sie vereinigenden Bandes wieder als getrennt erscheinender Blätter entstanden. Auf diese Weise ist uns die Möglichkeit des *dispersus* stets zugleich Beweis eines „*foliorum natu disparium collectus*"; und da eine solche Zerstreuung der Wirtelblätter beinahe überall, wenn man nur lange genug sucht, zu finden ist, so sind im Allgemeinen die Wirtel nicht als zu einer Vielheit von Blättern entwickelte, sondern als aus vielen zusammengesetzte Blattganze anzusehen. Sollte aber jene mehrseitige Ausbildung des Blatts, wofür wir anfangs den Wirtel zu halten geneigt waren, gar nicht existiren? sollten sogar die sehr vielgliederigen Wirtel von *Galium*, *Hippuris*, *Ceratophyllum* etc. nur absatzweise zusammengehaltene, ursprünglich verschiedene und der Zerstreuung fähige Blätter sein? und welche Entscheidung geben wir endlich über die vielzähnigen Scheiden von *Casuarina* und *Equisetum*, über welche wir uns zuerst entzweit haben? Es giebt Beobachtungen, welche es wahrscheinlich machen, dass alle Ausbildung der Blätter eine vorherrschend einseitige ist, dass jedes Blatt nur eine Mitte, nur einen

Punkt der höchsten Entwickelung haben kann; ein tieferes Eindringen in die Art und Weise der Entstehung des Blatts wird uns vielleicht mit der Zeit in den Stand setzen, den Grund der Unmöglichkeit einer nach zwei oder vielen Seiten hin gleichgültigen Ausbildung desselben einzusehen. Nicht nur bei *Hippuris*, selbst bei *Equisetum* sind, aus der Analogie mit *Casuarina* zu schliessen, die einzelnen Zähne der Scheide für ebensoviele ursprünglich verschiedene, in einer zeitlichen Aufeinanderfolge entstandene und nur in dem engsten Verbande zusammengehaltene Blätter anzusehen. Die *Casuarina* gibt hievon eine überraschende Bestätigung durch das merkwürdigste Beispiel eines Uebergangs aus der wirteligen Stellung der Blätter in die fortlaufend-spiralige. Die Abbildung dieses Falls findet sich auf Taf. XXXIV; das Wunderbare und Einzige dabei ist die auch noch in der Zerstreuung bleibende Verwachsung der aufeinanderfolgenden Blätter, welche dem Ganzen das Ansehen einer einzigen, schraubenförmig fortlaufenden Scheide oder spiraliggedrehten Tute gibt. Ich verdanke einige Exemplare dieser sonderbaren Monstrosität der Güte des Herrn Dr. Bischoff, der dieselbe an dem im Heidelberger bot. Garten befindlichen Baum der *Casuarina stricta* in verschiedenen Jahrgängen wiederkehrend beobachtet hat. Einen analogen Fall von spiraliger Stellung der Blätter bei *Hippuris* sah ich in der an morphologisch-merkwürdigen Anomalien reichhaltigen Sammlung meines Freundes Dr. Schimper. Nur bei *Ceratophyllum* halte ich die anscheinenden Wirtelblätter wirklich für Segmente eines einzigen Blatts. Die beständige Erzeugung nur einer Knospe in jedem Scheinwirtel deutet offenbar darauf hin, dass hier nur eine Mitte des Blatts ist, die beiderseitigen Blattabschnitte aber der Mitte gegenüber zusammenkommen und so den Schein eines Wirtels erzeugen. So verwachsen ja auch die Blätter vieler anderen Pflanzen, z.B.

einiger Bupleuren, Alchemillen etc. der Blattmitte gegenüber, und bei den oberen Blättern von *Carum Carvi* findet man sogar vom einen Rand des Mittelblatts zum andern einen Kranz feiner vielspaltiger Nebenblättchen herumgehen, welche den Schein eines Wirtels hervorbringen. Das merkwürdigste Beispiel eines solchen, nur von den Theilen eines einzigen Blatts gebildeten Scheinwirtels finden wir in der an den sonderbarsten Metamorphosen des Blatts so reichen Gattung der Acacien: Unter den 5 bis 9 Wirtelblättchen der A. *verticillata* befindet sich stets nur ein einziges, welches in seiner Achsel einen Spross zu erzeugen vermag, und auf dessen oberer Kante sich jene, den in verticaler Richtung ausgedehnten Blattstielen der laublosen Acacien eigenthümliche Drüse findet, in welcher die letzte Spur eines Bestrebens zur Entwickelung von Fiederblättchen sich kund thut; alle übrigen Blättchen des Wirtels können also nur für Stipulargebilde angesehen werden, die ebensowohl zur Erzeugung von Sprossen, als zur Entwickelung von Fiederblättchen untüchtig sind. Wir haben hier denselben Fall mit einem Blatt, den wir bei *Galium* mit zwei Blättern finden; wie uns dort die *decussatio* der allein zur Axillarproduction tüchtigen Blätter ein wichtiger Fingerzeig ist, so dient auch hier bei *Acacia verticillata*, so wie auch bei *Ceratophyllum*, die Stellung der Achselsprosse, welche eine regelmässige Anordnung der Blätter anzeigt, zur Bestätigung unserer Ansicht. Während bei *Ceratophyllum* die Stellung der Blätter (nach den Axillarproducten beurtheilt) eine zweizeilige ist, und zwar jener besonderen Modification zweizeiliger Blattordnung, bei welcher die Blätter auf der einen Seite mehr als auf der andern divergiren (siehe unten), angehört, finden sich die durch die Anwesenheit der Drüse kenntlichen Hauptblätter von *Acacia verticillata* nach 2/5 St. geordnet. Besonders merkwürdig ist noch bei dieser Pflanze die häufig

vorkommende und verwirrende Verrückung der Nebenblättchen, indem nämlich durch eine ungleichförmige Dehnung des Stengels die einen etwas hinaufgehoben, die andern unter dem Mittelblatt zurückgehalten werden, wobei jedoch die 2/5 Stellung stets unverändert bleibt. Dies ist der einzige mir bekannte Fall, den man mit Grund als einen *dispersus foliorum congenitorum* bezeichnen dürfte, wobei man jedoch unter den *foliis congenitis* sich nichts anderes als die getrennt erscheinenden Theile eines einzigen Blatts zu denken hätte. Ueber die schon erwähnten triegerischen Gallien knüpfe ich noch die Bemerkung an, dass nicht nur die Decussation der an den übereinanderstehenden Knoten befindlichen Aeste, sondern auch die Vierkantigkeit des Stengels, das Verschwinden der unfruchtbaren Zwischenblättchen in der Inflorescenz, so wie die Analogie derselben mit den *Stipulis* der übrigen Rubiaceen für die Annahme eigentlich nur zweigliedriger, alternirend gestellter Wirtel sprechen. Sollte jedoch hieran noch Jemand zweifeln, so vermag vielleicht die Vergleichung der *Tormentilla recta* ihn zu überzeugen. Bei dieser Pflanze findet man fast an jedem Exemplar ein Paar entgegengesetzter und unter sich so zusammenschmelzender Blätter, dass man häufig nicht mehr im Stande ist, zu entscheiden, welche Lacinien noch dem einen und welche schon dem andern der zwei fingerförmig getheilten Blätter angehören *).

Aus dieser für den gegenwärtigen Zweck hinreichenden

*) Eine ähnliche Erscheinung findet sich wieder im Kelch von *Tormentilla*, *Potentilla*, *Geum*, *Alchemilla*: scheinbar 8 oder 10 Blättchen zählend, ist er doch eigentlich nur aus 4 oder 5 Sepalen gebildet, indem die etwas mehr nach unten gerichteten Blättchen aus der Verwachsung seitlicher, zweien Sepalen zugehöriger Blatttheile entstehen, die man genauer mit den fiederartigen Auswüchsen an den Kelchblättern der Rosen, als nach Roeper mit *Stipulis* vergleicht.

Untersuchung der Wirtel geht uns hervor, dass es überhaupt zweierlei Arten gegenseitigen Verhaltens der Blätter giebt: ein gleichmässiges Auseinanderrücken und ein absatzweises Zusammenhalten derselben; also, wie wir schon in der Einleitung unterschieden haben, 1) einzelngestellte und 2) in bestimmter Anzahl zusammengestellte und auf diese Art Wirtel bildende Blätter. Da nach dieser Ansicht auch in den Wirteln eine zeitliche Aufeinanderfolge der Blätter statt findet, so müssen sich auch bei ihnen die Verhältnisse der Blattstellung bestimmen lassen; denn die Eigenthümlichkeit der wirteligen Anordnung der Blätter liegt bloss darin, dass bei ihr die Blätter nicht eine einfach fortlaufende Spirale bilden, wie die einzeln gestellten, sondern eine regelmässig absetzende oder unterbrochene, deren Absätze, gegen die grössere Trennung inniger zusammenhaltend, in sich geschlossene Ganze (die abgesonderten Wirtel) darstellen. Bei einer auf diese Weise in periodischer Unterbrechung fortschreitenden Blattstellung sind für die Bestimmung zwei wichtige Punkte zu unterscheiden: 1) die gegenseitige Stellung der Blätter innerhalb des Wirtels, die Anordnung der Wirtelblätter unter sich; 2) die Stellung der Wirtel gegeneinander; denn wie die einzelnen Blätter, als einfache Ganze, verschiedene Stellungsverhältnisse eingehen, so werden auch die Wirtel, als Ganze höherer Ordnung, sich unter verschiedenen Richtungen gegeneinander stellen können.

Was nun die Stellung der Wirtelblätter unter sich betrifft, so erinnern wir uns, schon bei der Untersuchung der Periclinien und der Wirtel der Blüte dieselben Stellungsverhältnisse gefunden zu haben, die uns vorher in der fortlaufenden Blattordnung der einzeln gestellten Blätter als die herrschenden erschienen waren. Dagegen zeichnen sich diejenigen Wirtel, deren Betrachtung uns jetzt hauptsächlich

beschäftigen wird, nämlich die von den Blättern der noch in voller Vegetation begriffenen Pflanze gebildeten, welche ich, um sie in Kürze von den später in der Inflorescenz und der Blüte selbst auftretenden zu unterscheiden, die unteren Wirtel nennen will, durch die merkwürdige Eigenthümlichkeit aus, dass sie stets Cyclen einfacher Blattstellungen darstellen, also z. B. die 5gliederigen nicht nach $2/5$, sondern nach $1/5$; die 7gl. nicht nach $3/7$ oder $2/7$, sondern nach $1/7$ die 8gl. nicht nach $3/8$, sondern nach $1/8$ u. s. f. gebildet sind. Von dieser Eigenschaft der unteren Wirtel, stets mit einem Umlauf zu schliessen, überzeugt man sich durch die genaue Beobachtung der vorkommenden Fälle gänzlicher oder theilweiser Auflösung der Wirtel. Bei *Banksia verticillata*, *Veronica sibirica* und *virginica*, *Helianthus giganteus* und sehr vielen andern Pfl. kommt häufig eine unregelmässige Auseinanderhebung der Wirtelglieder vor, bei welcher sich die im Wirtel sich zunächststehenden Blätter auch als die unmittelbar aufeinanderfolgenden erweisen. Aus dieser Unfähigkeit der Pflanze, auch schon in der Epoche der Vegetation die Blätter nach den Cyclen der complicirten Blattstellungsverhältnisse abzusetzen, begreifen wir die Seltenheit des Vorkommens aller mehr als 2- oder 3gl. Wirtel und den innigen Zusammenhang derselben mit den spiraligen Stellungen aus den entfernteren der Hauptkette parallelen Seitenketten. So haben wir schon den ersten Schritt zur Erklärung jenes wunderbaren Wechselverhältnisses zwischen wirteliger und spiraliger Blattstellung gethan. Erinnern wir uns z. B. wieder der Reihe von Blattstellungsverhältnissen, die wir bei *Lycop. clavatum* gefunden haben, so zeigt uns eine Vergleichung der wirteligen mit den spiraligen, dass die letzteren sämmtlich die einfachsten Mittelverhältnisse sind zwischen den innerhalb der Wirtel obwaltenden:

Wirtel nach	1/4	1/5	1/6	1/7	1/8	1/9 ?
Spir. St. nach	2/9	2/11	2/13	2/15	2/17	

Derselbe gesetzliche Zusammenhang der im Wechsel vorkommenden wirteligen und spiraligen Blattordnungen findet auch bei allen andern früher aufgeführten Beispielen statt.

Jetzt, nachdem sich uns die Art und Weise des hauptsächlichen Vorkommens der Reihe der einfachen Blattstellungsverhältnisse enthüllt hat, können wir leicht noch eine grosse Reihe von Belegen für dasselbe nachtragen:

1) 1/2 ist die St. der Blätter in allen 2gl. Wirteln, welche unzähligen Pflanzen und ganzen Pflanzenfamilien zukommen.

2) 1/3 findet sich normal in den Wirteln von *Iuniperus communis* und andern, *Ericae sp.*, *Kalmiae sp.*, *Nerium Oleander*, *Verbena triphyllos*, *Bignonia Catalpa*, *Melaleuca myrtifolia*, *Hypericum Coris*, *Potamogeton natans* (in der Infl.), *Lycopodium gnidioides*. Abnormer Weise findet man 3gl. Wirtel bei den meisten Pflanzen, welche gewöhnlich nur 2gl. haben. Um die Allgemeinheit dieser Art des Variirens zu zeigen, führe ich als Beispiele an: *Lycopodium Phlegmaria*, *Ephedra altissima*, *Thuja orientalis* und *occidentalis (in caule primordiali)*, *Iuniperus virginiana*, *caroliniana*, *phoenicea*, *Bermudiana*, *Sabina* (bei diesen sind 2- und 3-gl. Wirtel fast gleich häufig), *Salix monandra (Seringe Saules de la Suisse 5me Cah. No. 31.)*, *Humulus Lupulus*, *Urtica dioica*, *Fraxinus excelsior*, *Syringa vulgaris* (an Schösslingen häufig), *Ligustrum vulgare*, *Houstonia coccinea* (bei ihr sind die 2gl. W. der seltnere Fall), *Cinchonae sp. plur.*, *Anagallis arvensis*, *fruticosa*, *Lysimachia vulgaris*, *Phlox suaveolens*, *pyramidalis*, *Fedia olitoria*, *Valeriana officinalis*, *Dipsacus sylvestris*, *Helianthus tuberosus*, *Silphii sp.*, *Eupatorium cannabinum*

ageratoides, Viscum album, Lonicera balearica, sempervirens, Periclimenum, grata, Xylosteum, tartarica, Cornus sanguinea, Viburnum Opulus, Sambucus nigra, Veronica latifolia, longifolia, Bartsia alpina, Teucrium Scorodonia, Ajuga, reptans, genevensis, Glechoma hederacea, Salvia pratensis, verticillata, Myoporum oppositifolium, Eranthemum strictum, Achimenes coccinea, Linaria triphylla, Pentstemon punctatum, Calceolariae sp., Scoparia dulcis, Silene nutans, linicola, Dianthus chinensis, Alsine media, Circaea lutetiana, Sedum Telephium, Epilobium montanum, parviflorum, alpestre, Lythrum Salicaria, Phylica buxifolia, Evonymus latifolius, nanus, Aesculus Hippocastanum (De Cand. Org. Pl. 20. F. 5.), Myrthus communis, Punica Granatum. Derselbe Wechsel von 1/2 und 1/3 zeigt sich schon in dem Wirtel, welchen die Cotyledonen der mehrkeimblättrigen Pflanzen bilden; ich fand Keimpflänzchen mit 3 Cotyledonen von *Chrysanthemum coronarium, Convolvulus tricolor* (bei beiden sehr häufig), *Chenopodium album, Epilobium montanum, Daucus Carotta, Pastinacca sativa, Heracleum Sphondylium, Alsine media, Dianthus chinensis, Linum usitatissimum, Capsella Bursa pastoris, Ribes rubrum, Delphinium Aiacis, Phaseolus nanus.* Jussieu *) bildet *Ruta graveolens* mit 3 Cot. ab, De Candolle **) *Sinapis ramosa* und ein *Solanum.* Normal 3 Cot. hat *Pinus canadensis.*

3) 1/4 in den Wirteln von *Lysimachia quadrifolia, Westringia rosmarinifolia, Nerium tinctorium, Crucianella molluginoides, Myriophyllum spicatum, Paris quadrifolia* (wahrscheinlich auch in den Wirteln der Blüte), einer Bra-

---

*) *Mémoire sur les Rutacées Pl.* 17.

**) *Organogr. Pl.* 53. *Fig.* 1. 3.

silianischen *Cyathea* im Münchner Museum etc.; zuweilen auch bei *Verbena triphyllos*, *Hypericum Coris*, *Lysimachia vulgaris*, *Veronica longifolia*, *Epilobium alpestre*, *Lythrum Salicaria*, *Linaria triphylla*, *Lonicera tartarica*, *Myrtus communis*, *Sedum Telephium etc.* Bei *Daucus Carotta* und *Convolvulus tricolor* traf ich selbst 4 Cotyledonen an.

4) 1/5 in den Wirteln von *Hippuris maritima*, *Myriophyllum verticillatum*, *Veronica spuria* und anderen, *Banksia verticillata* (bei letzterer mit 1/6 wechselnd); zuweilen auch bei *Lysimachia punctata*, *quadrifolia*, *Westringia etc.*

5) 1/6 in den Wirteln von *Erica pendula*, *Cactus serpentinus*, *Eupatorium verticillatum*;

6) 1/7 gleichfalls bei *Eupat. verticillatum* und sehr beständig in den Wirteln der weibl. Inflor. von *Casuarina sricta* (während in der männlichen eben so beständig 10gliederige Wirtel gefunden werden);

7) 1/8 bei *Lycopodium verticillatum* und *Didymochlaena sinuosa*. Es lohnt sich nicht der Mühe hier noch weiter fortzufahren, da die Anzahl der Wirtelblätter um so unbeständiger wird, je höher sie steigt. An *Hippuris vulgaris* habe ich 8—13, an *Casuarina equisetifolia* 11—14 gefunden. Die Zahl der Wirtelblätter steigt am höchsten und variirt zugleich am meisten bei *Equisetum*. In dieser Gattung findet man von den 3zähnigen Scheiden des *E. reptans* und den 4z. des *E. variegatum* alle Zwischenglieder bis zu den 36zähnigen, welche *E. eburneum*, als Maximum für die einheimischen Arten erreicht. Geht man nun vollends hinüber zu den riesenhaften Equiseten der Vorwelt, den Calamiten, so könnte man die Liste der in den Wirteln obwaltenden Blattstellungsverhältnisse leicht bis gegen 1/100 fortsetzen. In dieser äussersten Entfernung von den gewöhnlichen Verhältnissen zeigen die Equiseten (und Calamiten) eine Uebereinstimmung

mit den Lycopodien (und Lepidodendren); in diesen beiden Gattungen oder Familien scheinen die äussersten Grenzen des Gebiets aller Blattstellungen erreicht zu werden. So gross auch das Variiren in der Zahl der Wirtelblätter ist, so ist es doch nicht ohne Grenzen und nicht ohne Regel. Die Zahl der Wirtelblätter steht in einem Verhältniss zur Stärke des Vegetationstriebs; diess zeigen folgende Thatsachen: 1) die Zahl der Wirtelblätter nimmt mit dem Wachsen des Vegetationsprozesses allmählig zu; die untersten Wirtel sind stets die armblättrigsten. *Equisetum palustre* zeigt bei seiner Entwickelung aus dem Vorkeim zuerst eine 3zähnige Scheide, hierauf eine 4zähnige, 5zähnige u. s. f., bis endlich die der erwachsenen Pflanze normale Anzahl von 8 bis 10 Zähnen erreicht ist. *Lysimachia quadrifolia* bildet ihre untersten Wirtel gewöhnlich nur aus 3 Blättern; bei *Lythrum Salicaria foliis ternis* fand ich doch die untersten Wirtel meist nur 2gliederig; bei *Eupatorium verticillatum* kann man häufig ein Zunehmen der Zahl der Wirtelblätter von 3 oder 4 bis auf 6, 7 und mehr wahrnehmen. 2) die Anzahl der Wirtelblätter nimmt häufig wieder ab mit dem Fortschreiten der Entwickelung zur Fructification; diess bemerkt man bei *Lycopodium Casuarina, Elatine Alsinastrum.* 3) die Zahl der Wirtelblätter ist an den Aesten meistens geringer als am Hauptstengel: diess zeigt sich bei *Lysimachia punctata* und *Crucianella molluginoides,* die beide an den Aesten nur 2gl. Wirtel hervorbringen; die meisten Pflanzen, welche nur ausnahmsweise mit 3gl. Wirteln gefunden werden, gehen in den Seitensprossen wieder auf 2gliederige zurück; *Equisetum palustre, limosum, eburneum* zeigen an den Aesten nur 4zähnige Scheiden, im Hauptstengel das erste bis 10-, das zweite bis 24-, das dritte bis 36zähnige. 4) der erste Wirtel des Astes ist häufig armzähliger als die folgenden, z. B. bei *Iuniperus,*

Nerium, *Westringia*, *Melaleuca myrtifolia*, *Erica Petiverii* überall nur 2zählig. 5) Einflüsse, welche die Vegetation befördern, erzeugen auch eine vermehrte Anzahl der Wirtelblätter. Daher zeigen die untergetauchten, sterilen Stengel von *Hippuris* zahlreicher besetzte Wirtel als die auf dem Land stehenden, fructificirenden; der auftauchende und Blüten bringende Theil der *Elatine Alsinastrum* hat 3—6 Blätter im Wirtel, während am untergetauchten, sterilen nicht selten 10—14 gefunden werden. *Equisetum hyemale*, eine Pflanze, die auf unglaubliche Weise variirt, zeigt, je nachdem es im dürren Flugsand oder im feuchten Ufersand seine Wohnstätte hat, einen Wechsel von 5 bis 22 Scheidenzähnen.

Von der Anordnung der Blätter innerhalb der Wirtel gehen wir über zur Betrachtung der Stellungsverhältnisse, welche die aufeinanderfolgenden Wirtel als Ganze gegen einander beobachten. Die abwechselnde Stellung gleichgliederiger Wirtel ist ein so gewöhnliches Verhältniss, dass man sie häufig als allgemeines Gesetz für die gegenseitige Richtung der Wirtel ausgesprochen hat. Es entspricht dieses Verhältniss ganz der Alternation einzeln gestellter Blätter; denn wie bei dieser das dritte Blatt wieder dem ersten gleichgestellt ist, während das zweite ihm in seiner Richtung möglichst ausweicht: so weichen sich hier je zwei ganze Wirtel in der Richtung ihrer Glieder möglichst aus, indem der folgende stets die vom vorausgehenden gelassenen Lücken erfüllt, der dritte aber in der Richtung der Blätter mit dem ersten wieder zusammenfällt, ihn deckt. Wie wir die Stellung einzeln aufeinanderfolgender Blätter nach dem Winkel, unter dem sie sich gegen einander richten, bestimmt haben, so werden wir auch die gegenseitige Stellung ganzer Wirtel nach dem seitlichen Abstand ihrer Strahlen bestimmen; wie dort die Divergenz der nächsten Blätter, so wird uns hier die Div.

der Glieder oder Strahlen der nächsten Wirtel das Stellungsgesetz anzeigen. Wie bei alternirenden einzelständigen Blättern die Div. die Hälfte des ganzen Kreisumfanges beträgt, so muss bei alternirenden Blattpaaren die Div. die Hälfte des Halbkreises, bei alt. 3 gl. Wirteln die Hälfte des Drittelkreises also allgemein bei Wirteln von beliebiger Anzahl der Glieder die Hälfte des Abstandes zweier im Wirtel sich zunächststehender Blätter, d. i. die Hälfte einer Wirtellücke betragen. Aber diese Art der Bestimmung ist noch nicht genügend; denn, hat man auf diese Art die Wirtel in ihrer Abgeschlossenheit gegen einander gehalten, so bleibt noch übrig, sie auch in ihrem Zusammenhang zu begreifen: Wir müssen den Uebergang von einem Wirtel zum andern zu finden suchen, bestimmen, wie die Blattstellung vom letzten Blatt des vorausgehenden zum ersten des folgenden überschreitet, also wie gross der Abstand des Schlussblattes des einen vom Anfangsblatt des folgenden Wirtels ist. Bei alternirenden 2gl. Wirteln (Taf. XXXVII. Fig. 2.) kann dieser Abstand nur 1/4 oder 3/4 betragen, welches jedoch nur zweierlei Ausdrücke für dieselbe Art des Uebergangs sind. Dagegen kann die Art des Uebergangs bei mehr als 2 gl. Wirteln wirklich auf mehrerlei Weise gedacht werden: bei abwechselnd gestellten 3 gl. Wirteln könnte der Abstand des Schlussblattes vom folgenden Anfangsblatt 1/6 oder 3/6 (Taf. XXXVII. Fig. 5.) betragen; also das eine mal mehr, das andere mal weniger als die Div. der Wirtelblätter unter sich; ebenso könnte bei alt. Wirteln, die nach 2/5 gebildet wären, die Uebergangsdivergenz entweder um 1/10 grösser oder um 1/10 kleiner als 2/5, also 5/10 oder 3/10 betragend gedacht werden (Taf. XXXVIII. Fig. 3 und 4.); bei 5 gl. Wirteln, deren aufeinanderfolgende Blätter nur um 1/5 divergirten, könnte die Uebergangsdiv. mehr oder weniger als 1/5, also 3/10 oder 1/10 sein. Wir wollen

diese zwei denkbaren Fälle im Allgemeinen als den grösseren und kleineren Ueberschritt oder, noch bestimmter, als die nächstgrössere und nächstkleinere Uebergangsdivergenz unterscheiden, dabei, wie bisher, die Div. nach dem kleineren Winkel abmessend. Die aus der Beobachtung der Auflösung der Wirtel und des Uebergangs der Blüthenkreise geschöpfte Erfahrung zeigt, dass diese beiden Arten des Uebergangs vorkommen, jedoch die nach dem kleineren Schritt so vorherrschend häufig, dass wir in der Folge nur sie berücksichtigen werden. Ueberzeugende Fälle sind mir z. B. bei *Myrtus communis* und *Lythrum Salicaria* vorgekommen, welche bei 3gl. Wirteln mit auseinandergerückten Blättern als Uebergangsdiv. 1/6 zeigten. Man darf jedoch bei etwas auseinanderrückenden Wirtelblättern aus ihrer Höhe am Stengel nicht immer auf ihre wahre Aufeinanderfolge schliessen; gewiss kommt hier, wie auch bei zerstreuten Blättern, (namentlich an *Euphorbia Cyparissias*, *Linaria vulgaris* und Cruciferen), häufig der Fall vor, dass ein seiner Entstehung nach unteres Blatt erst weiter oben vom Stengel abgeht als ein älteres. Daher gibt die Beobachtung des Uebergangs der Blattstellung aus einem Blütenkreis in den andern mehr Gewissheit als die der Auseinanderrückung der Blätter in den unteren Wirteln. Gartenrosen zeigen häufig die Erscheinung, dass ein Blumenblatt ganz oder theilweise grün und drüsig wird, und so mehr oder minder die Natur eines Kelchblatts annimmt. Ein solches zum Kelch herabgezogenes Blumenblatt verräth uns, als deutliches Bindeglied, die Art des Uebergangs der Blattstellung vom Kelch zur Blume: es ist in der Richtung der Blattstellung des Kelchs stets um 3/10 vom letzten (innersten) Kelchblatt entfernt. Der Grundriss einer Blüthe von *Acer platanoides*, welche gleichfalls solche Uebergänge in der Bildung der Blüthentheile und dadurch

zugleich den Uebergang der Blattstellung aus einem Kreis in den andern zeigt, ist Taf. XXXII. Fig. 5. gegeben. Solche Beobachtungen, welche sich leicht sehr vervielfältigen lassen, sind für die Einsicht in die Anordnung der Blüthentheile von grösster Wichtigkeit. Nun giebt es noch einen dritten wichtigen Punkt bei der Betrachtung des gegenseitigen Verhaltens der Wirtel, den Vergleich der Wendung der Blattstellung in den sich folgenden Wirteln. Es lässt sich nämlich denken, dass im nächsten Wirtel der Umlauf der Blattstellung entweder dieselbe Wendung zeigt wie im vorausgehenden, oder die umgekehrte. Beide Fälle kommen wirklich vor. So sieht man z. B. bei *Passiflora coerulea,* bei welcher die Aestivation wohl schwerlich trügt, die Blattstellung in der Blume der umgekehrten Richtung folgen als im Kelch (Taf. XXXII. Fig. 3.), während bei den Rosen und Ranunkeln die Stellung durch Kelch und Blume in derselben Richtung fortschreitet. Auch bei den untern Wirteln kommen diese beiden Fälle vor; namentlich gibt es hiernach zwei ganz verschiedene Arten von *foliis decussatis.* Da uns jedoch dieses Umwenden der Blattstellung bei der weiteren Untersuchung der Tannenzapfen von keiner Wichtigkeit ist, so verfolgen wir diesen ebenso interessanten als schwierigen Gegenstand nicht weiter, sondern wenden uns zu der für uns wichtigeren Untersuchung, ob nicht auch noch andere Stellungsverhältnisse der Wirtel gegeneinander möglich sind als die bisher allein betrachtete Alternation. Zur Beantwortung dieser Frage wird uns die nähere Betrachtung der noch übrigen letzten Abtheilung der Zapfen der Rothtanne mit abnormer Blattstellung, um deren willen wir hauptsächlich die Untersuchung der Wirtelblätter eingeleitet haben, Veranlassung geben.

Nicht sehr selten findet man unter den Zapfen der Rothtanne solche, bei denen die Abzählung der Wendeln auf die

Zahlenreihe 2, 4, 6, 10, 16, 26, 42, 68, . . . führt. Man sieht deren Taf. XXVII. Fig. 3. 4. und Taf. XXVIII. Fig. 1. einige vorgestellt. Bei allen diesen finden wir 2 Wendeln in der Richtung der Zahlen 1, 3, . . oder 2, 4, . . oder 6, 8, . .; 4 Wendeln in der Richtung 1, 6, . . oder 2, 5, . .; 6 Wendeln in der Richtung 1, 8, . . oder 2, 7, . .; 10 Wendeln in der Richtung 1, 11, 21, . . und endlich 16 Schuppenreihen in der Richtung 1, 18, 33, . . oder 2, 17, 34, . ., welche bei Fig. 3. bereits senkrecht sind, bei Fig. 4. und bei Fig. 1. der nächsten Tafel aber noch schief, so dass bei der letzteren 26, bei der ersteren 42 senkrechte Reihen oder Zeilen hervorgerufen werden. Die auf diese Weise erhaltene Reihe der Coordinationszahlen zeigt ganz dieselbe Gesetzmässigkeit, die wir früher in den Coordinationszahlen der Blattstellungen aller anderen Ketten gefunden haben, ohne doch in den Zahlen selbst mit irgend einer der früher betrachteten Ketten übereinzustimmen. Dagegen bemerken wir an ihr die auffallende Eigenschaft, dass sie, getheilt durch 2, gleich ist der Zahlenreihe: 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, . . . also der Reihe der Coordinationszahlen für die Hauptkette der Blattstellungen. Dies lässt uns vermuthen, dass wir bei den jetzt vorliegenden Zapfen die zuerst gefundenen, den Coniferen normalen Stellungsverhältnisse wieder finden werden, nur an statt mit einzelnen Blättern mit Blattparen ausgeführt, wobei natürlich alle Blattreihen in doppelter Anzahl auftreten müssten. Diese Vermuthung setzt voraus die Möglichkeit des Vorkommens einer ganzen Kette von Stellungsverhältnissen für Blattpaare, denen analog, die wir für einzeln gestellte Blätter als die vorherrschend häufigen in der Natur nachgewiesen haben. Die Decussation der Blattpaare (die Alternation der Wirtel überhaupt) wäre alsdann nicht allgemeines Gesetz, sondern nur ein specieller Fall, der Alternation einzeln gestell-

ter Blätter entsprechend. Bewährte sich eine solche Analogie der Stellungsverhältnisse einzelner Blätter und ganzer Blattquirle, so liesse sich erwarten, dass ausser der alternirenden Stellung der Wirtel, welche der St. 1/2 entspräche, auch noch andere den Stellungen 1/3, 2/5, 3/8, 5/13, . . . analoge Verhältnisse, bei denen also nicht wie bei der Alternation schon der dritte, sondern erst der 4te, 6te, 9te, 14te . . . Wirtel in seiner Richtung wieder mit dem ersten zusammenfiele, gefunden würden. De Candolle *) führt für 2gl. Wirtel als einziges Beispiel dieser Art *Globulea obvallata* an, von deren Blattstellung er sagt, dass jedes folgende Paar das vorhergehende unter einem spitzen Winkel schneide und zwar so, dass von den auf diese Weise spiralig gestellten Blattpaaren das 6te sich über dem 1ten, das 7te über dem 2ten u. s. f. befinde. Wenn uns nun gleich diese Angabe in Zweifel lässt, ob sich bei dieser Pflanze die Blattpaare unter einem Winkel von 1/10 oder 2/10 schneiden (denn bei beiden wird das Gleiche erreicht, nur das eine mal mit einer halben, das andere mit einer ganzen Achsendrehung), so sehen wir hier doch offenbar ein vom Gesetz der Alternation sich entfernen des Stellungsverhältniss, welches die Existenz noch mehrerer ähnlicher Fälle sowohl für zwei- als für mehrgliederige Wirtel wahrscheinlich macht. Dass wir in derjenigen Gruppe der Zapfen der Rothtanne, welche uns jetzt beschäftigt, eine Reihe solcher Fälle wirklich vor uns haben, liess uns gleich anfangs die gefundene Reihe der Coordinationszahlen vermuthen; zur Gewissheit aber wird es, wenn wir den Querbruch solcher Zapfen (z. B. Taf. XXVIII. Fig. 2.) betrachten, welcher jedesmal je 2 sich auf scheinbar gleicher Höhe entgegenge-

*) *Mémoire sur la Famille des Crassulacées p.* 3.

setzte, also paarig gestellte Schuppen aufdeckt. Somit ist es mehr als wahrscheinlich, dass die 16-, 26-, 42- und 68 zeiligen Ordnungen der Schuppen, die wir an diesen Zapfen finden, Stellungsverhältnissen 2 gliederiger Wirtel ihren Ursprung verdanken, welche der 3/8-, 5/13-, 8/21- und 13/34 St. vereinzelter Blätter analog sind; die häufigste unter diesen, die 42 zeilige, wäre gleichsam die in höherer Potenz wiederkehrende 8/21 St., die wir zu allererst und bei der Mehrzahl der Zapfen dieser Art gefunden. Hierüber müssen wir vollkommene Gewissheit zu erlangen suchen. Haben wir einmal die Blattstellung als eine in Paaren fortschreitende erkannt, so wird die Ausmittelung des Winkels, unter dem sich die Paare schneiden, also der Divergenz, unter welcher sie gestellt sind, das nächste Anliegen sein. Wie wir diese bei der Spiralstellung einzelner Blätter aus dem Verhältniss der Umläufe der Spirale zur Anzahl der verschiedengestellten Blätter bestimmten, so werden wir sie auch hier finden aus der Zahl der verschiedengestellten Wirtel und dem Umlauf, welchen man, der Stellung der Wirtel folgend, zurücklegen muss, um zu dem gleichgestellten zu gelangen. Um diese Art der Bestimmung an dem einfachsten Beispiel zu zeigen, wähle ich die Decussation (Taf. XXXVII. Fig. 2.). Nur 2 Paare haben in diesem Fall verschiedene Stellung, und es wird eine halbe Umdrehung des von dem ersten Blattpaare gebildeten Diameters erfordert um zu dem dritten gleichgestellten zu gelangen. Die Div. der aufeinanderfolgenden Paare ist also: $\frac{\frac{1}{2}\text{ Umdrehung}}{2\text{ Wirtel}} = 1/4$. In diesem Falle, wo die Blattpaare sich rechtwinkelig kreuzen, ist die Div. nach beiden Seiten gleich; bei allen möglichen anderen Stellungsverhältnissen dagegen muss nothwendig ein spitzer und ein stumpfer Winkel, eine kleinere und eine grössere Div. entstehen, welche zum Halbkreis sich ergänzen. In

allen diesen Fällen entstehen daher zwei Blattwendeln, welche nach der Div. der Blattpaare fortschreiten und sich nicht auf eine, wenigstens nicht auf eine nach gleichen Abständen fortschreitende einzählige Wendel zurückführen lassen, denn die Grundwendel ist ja bei allen Wirtelstellungen eine unterbrochene, nach einer andern Divergenz innerhalb der Wirtel fortschreitend und nach einer andern die Wirtel von einander absetzend. An den vorliegenden Zapfen können wir demnach die Div. der Blattpaare entweder durch unmittelbare Verfolgung der Blattpaare selbst, wie man z. B. an Fig. 2. auf Tab. XXVIII. thun kann, oder durch Verfolgung der 2zähligen Wendel bestimmen. Das einfachste Stellungsverhältniss zeigen unter den hieher gehörigen Zapfen diejenigen, bei denen bereits die 16zähligen Blattreihen senkrecht sind (Taf. XXVII. Fig. 3.) In diesem Falle haben 8 Paare verschiedene Stellung, das 9te fällt in seiner Richtung auf das erste. Um zu diesem zu gelangen, hat man, von Paar zu Paar fortschreitend, 1 1/2 Drehungen des vom ersten Blattpaar gebildeten Diameters um die Achse des Zapfens nöthig. Die Div. wäre demnach $1\frac{1}{2}/8 = 3/16$. Dasselbe Ergebniss erhält man durch Verfolgung der 2zähligen Wendel: man findet, dass diese in 3 Umläufen 16 Glieder zählt und mit diesen ihren Cyclus vollendet.

Die Div. ist also $3/16$, oder nach dem grösseren Ergänzungswinkel, welcher zugleich den Uebergang vom Schlussblatt des einen zum Anfangsblatt des folgenden Paars angibt, $5/16$. Ein Schema dieser St. zeigt Taf. XLV. Für die 3 anderen, bei der Rothtanne vorkommenden Fälle paariger Stellung der Schuppen zu 26zeiliger Ordnung (Taf. XXVIII. Fig. 1.), 42z. (Taf. XXVII. Fig. 4.), und 68zeiliger erhalten wir auf dieselbe Weise die Divergenzen: $2\frac{1}{2}/13 = 6/26$ (oder nach dem langen Weg $8/26$), von welcher St. sich das Schema

auf Taf. XLVI. befindet, $4/21 = 8/42$ und $6½/34 = 13/68$. Vergleichen wir diese 4 bei der Rothtanne gefundenen Stellungsverhältnisse für Blattpaare, so sehen wir, dass sie Glieder einer Kette sind, die wir auf ihren Anfang zurückführen können:

$0/2$, $1/4$, $1/6$, $2/10$, $5/16$, $5/26$, $8/42$, $13/68$, $21/110$, $34/178$, . . .
oder: $1/2$, $1/4$, $2/6$, $3/10$, $5/16$, $8/26$, $13/42$, $21/68$, $34/110$, $55/178$, . . .

Als zweites Glied in dieser Kette erkennen wir die Decussation der Blattpaare; das erste Glied giebt uns ein noch einfacheres Verhältniss an, das der Gleichstellung der sich unmittelbar folgenden Paare, ein Verhältniss, dessen Vorkommen die Erfahrung bestätigt. Bevor wir jedoch zur weiteren Nachweisung des wirklichen Vorkommens aller dieser Stellungsverhältnisse übergehen, betrachten wir sie selbst und die Kette, die sie bilden, noch einmal näher:

a) die Zähler in dieser Kette der Stellungsverhältnisse für Blattpaare stimmen überein mit denen der Hauptkette für einzeln gestellte Blätter; das Verhältniss des kleinen und grossen Zählers, des kurzen und langen Wegs, ist dasselbe, nur ist es bei einzeln gestellten Blättern der ganze Kreis, der in eine kleine und grosse Div. getheilt wird, bei Blattpaaren aber der Halbkreis; weshalb der Nenner bei den Brüchen, durch welche wir die Div. von Blattpaaren bezeichnen, stets das Doppelte der Summe der beiden Zähler ist. Theilt man daher die Nenner der Kette der Stellungsverhältnisse für Blattpaare durch 2, so erhält man die Kette der Stellungen einzelner Blätter, und umgekehrt erhält man aus dieser durch Multiplication der Nenner mit 2 die Stellungsverhältnisse für Blattpaare. Hieraus ersehen wir vollkommen die Analogie beider Ketten, der Verhältnisse für die Stellung vereinzelter und paarig verbundener Blätter. Was hier von Blattpaaren gesagt ist, gilt auch für die Stellungsverhältnisse mehr-als-2gl. Wirtel; denn auch diese sind in ihrer gegen-

seitigen Stellung nicht auf die blosse Alternation eingeschränkt, wie ich nachher durch Beispiele zeigen werde. Wie man die Stellungsverhältnisse für 2gl. Wirtel durch Multiplication der Nenner mit 2 erhält, so erhält man die für mehrgliederige Wirtel überhaupt durch Multiplication mit der Anzahl der Wirtelglieder, also z. B. für 3gliederige Wirtel durch Multiplication mit 3:

$$\begin{array}{rl} & 0/3.1,\ 1/3.2,\ 1/3.3,\ 2/3.5,\ 3/3.8,\ 5/3.13,\ \ldots \\ = & 0/3,\ \ 1/6,\ \ 1/9,\ \ 2/15,\ \ 3/24,\ \ 5/39,\ \ldots \end{array}$$

und umgekehrt werden alle Stellungsverhältnisse mehrgl. Wirtel ebenso durch Theilung des Nenners mit der Anzahl der Wirtelglieder auf die analogen Stellungsverhältnisse einzelner Blätter zurückgeführt.

b) Die Analogie der Stellungsverhältnisse für einzelne Blätter und zusammengesetzte Blattganze oder Wirtel geht auch hervor aus der Uebereinstimmung in der Art, wie man die Ketten dieser Verhältnisse aus ihren 2 ersten Gliedern, welche jedesmal die grösste Gleichstellung (Uebereinanderstellung in derselben Richtung) und die grösste Verschiedenstellung (mög lichste Ausweichung, Alternation) angeben, herleitet:

	Gleichst.	Alternat.	Abgeleitete Stellungsverhältnisse.
für einzelne Bl.	$0/1$	$1/2$	$1/3,\ 2/5,\ 3/8,\ 5/13,\ \ldots$
für 2 gl. W.	$0/2$	$1/4$	$1/6,\ 2/10,\ 3/16,\ 5/26,\ \ldots$
für 3 gl. W.	$0/3$	$1/6$	$1/9,\ 2/15,\ 3/24,\ 5/39,\ \ldots$
. . .	.	.	. . . . .

oder nach der grösseren Divergenz:

	Gleichst.	Alternat.	Abgeleitete Stellungsverhältnisse.
für einzelne Bl.	1/1	1/2	2/3, 3/5, 5/8, 8/13, . . .
für 2 gl. W.	1/2	1/4	2/6, 3/10, 5/16, 8/26. . . .
für 3 gl. W.	1/3	1/6	2/9, 3/15, 5/24, 8/39, . . .
. .	.	.	. . . . .

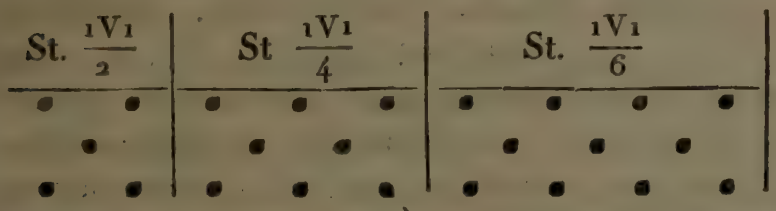
Da bei allen diesen Ketten die Zähler dieselben sind, können wir eine Tabelle für die Stellungsverhältnisse der Wirtel auf folgende abgekürzte Weise entwerfen:

0	1	1	2	3	5	8	13	. . .
1	1	2	3	5	8	13	21	. . .
1	2	3	5	8	13	21	34	. . .
2	4	6	10	16	26	42	68	. . .
3	6	9	15	24	39	63	.	. . .
4	8	12	20	32	52	.	.	. . .
5	10	15	25	40	.	.	.	. . .
6	12	18	30	.	.	.	.	. . .
.	.	.	.	.	.	.	.	. . .

Die horizontalen Zahlenreihen unterhalb der ersten Linie geben die Nenner der Stellungsverhältnisse nach ihrer Aufeinanderfolge in der Kette an; die 2 Zahlenreihen oberhalb der Linie, die für sämmtliche in gleicher Senkrechten stehenden Nenner (also für die analogen Stellungsverhältnisse) gemeinschaftlichen kleinen und grossen Zähler. Die erste senkrechte Reihe zur Linken gibt zugleich die Anzahl der Blätter an, welche, als Ganze, die in gleicher Horizontale ange-

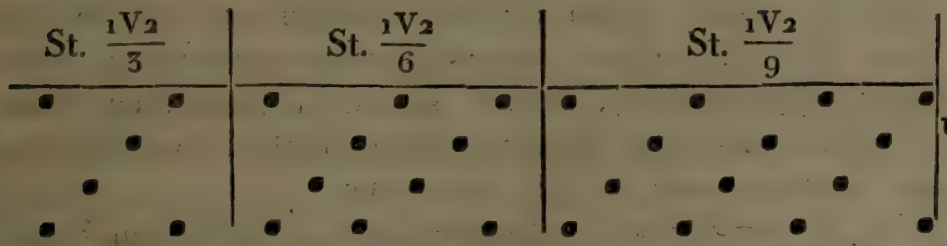
zeigten Stellungsverhältnisse eingehen; die dritte Horizontalreihe von oben zugleich die Differenz der senkrechten Zahlenreihen und die Anzahl der in den Stellungsverhältnissen dieser Senkrechten verschiedengestellten Blattganzen.

c) Am Anschaulichsten erscheint die Analogie der gegenseitigen Stellungen ganzer Blattbünde mit denen einzelner Blätter bei der vertikalen Darstellungsweise der zur Ebene ausgebreiteten Blattstellungen. Auf diese Weise dargestellt, werden sich z. B. alternirende einzelngestellte Blätter, 2gl. Wirtel, 3gl. W. u. s. f. so ausnehmen:



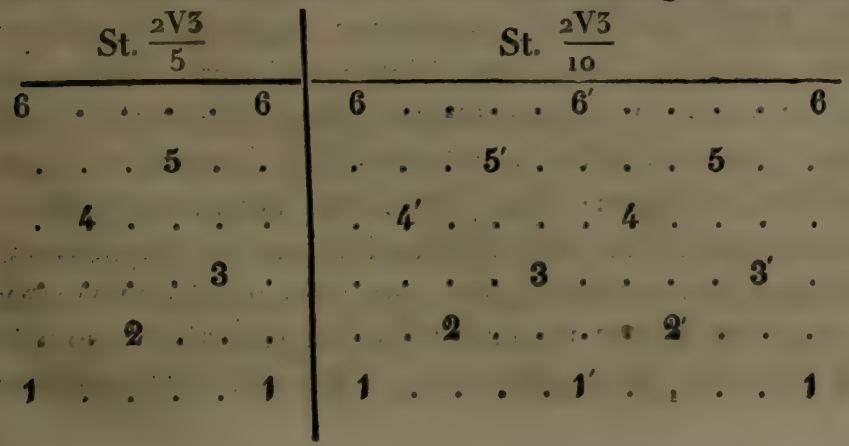
u. s. f.

ferner:



u. s. f.

und, um noch ein verwickelteres Beispiel zu geben:



Die Uebereinstimmung der bei dieser Art der Darstellung entstehenden Schemen, deren Verschiedenheit für einzelngestellte Blätter, 2-, 3- und mehrgl. Wirtel allemal nur in der öfteren Nebeneinanderstellung derselben Figur besteht; oder, wie wir bei dem dritten Beispiel gesehen, die vollkommene Gleichheit in der gegenseitigen Stellung der Ziffern (wenn man nämlich die Blätter desselben Wirtels nicht mit verschiedenen bezeichnet) zeigen aufs deutlichste, dass die in der Stellung der Wirtel von der Natur beobachteten Verhältnisse nur die Wiederholung derjenigen sind, welchen sie in der Stellung einzelner Blätter folgt. Hätten an den Taf. XXVII. Fig. 3. 4. und Taf. XXVIII. Fig. 1. abgebildeten Zapfen je 2 ein Paar bildende Blätter die gleiche Ziffer erhalten, so würden diese Zapfen in der gegenseitigen Stellung der Zahlen ganz denselben Anblick bieten, als ob ihre Schuppen nach 3/8, 5/13 und 8/21 St. geordnet wären; nur fasste bei ihnen schon der Halbcylinder das in sich, was bei jenen Stellungen den ganzen Cylinder einnimmt; denn, paarweise fortschreitend, führen sie ja in demselben Kreisraum doppelt aus, was einzelngestellte Blätter, bei übrigens gleicher Stellung, nur einfach darstellen.

Was die wirkliche Bezifferung jener abgebildeten Zapfen betrifft, so wird man diese aus der Vergleichung der auf Taf. XLIV., XLV. und XLVI. gegebenen Schemata verstehen. Es entstehen nämlich bei allen hiehergehörigen Stellungen Blattreihen, in welchen Anfangsblätter (ungerade Zahlen) und Schlussblätter (gerade Zahlen) abwechselnd auf einander folgen, solche sind die 4zähligen, 6z., 16z., 26z. etc., und andere, bei denen Anfangsblätter und Schlussblätter in die abwechselnden Nebenreihen vertheilt sind, so dass die einen lauter gerade die anderen lauter ungerade Zahlen enthalten; so verhält es sich bei den 2zähligen, 10z., 42z. etc. Die ersteren

von diesen Reihen, die mit abwechselnden Anfangs- und Schlussblättern, ungeraden und geraden Zahlen, zeigen auch ungleichartige Differenzen, d. h. abwechselnd grössere und kleinere Sprungzahlen. Die mittlere Differenz gibt die Coordinationszahl an. So sind z. B. die collectiv 4zähligen Reihen in sich abwechselnd 3- und 5zählige; die collectiv 6zähligen in sich abwechselnd 5- und 7zählige etc. Der Grund davon wird aus dem Folgenden ersichtlich sein.

d) Bei den meisten Stellungsverhältnissen, in denen wir die Wirtel treffen, muss man einen doppelten Cyclus unterscheiden, einen kleinen und einen grossen. Betrachten wir, um dieses einzusehen, wieder die Decussation (Taf. XXXVII. Fig. 2.). Bei dieser einfachsten und zugleich grössten Verschiedenstellung 2gl. Wirtel steht zwar das dritte Blattpaar deckend über dem ersten, also dass mit 2 Paaren und einer halben Umdrehung der Cyclus vollendet scheint: allein dieses dritte Paar steht verkehrt über dem ersten, so dass sein Schlussblatt über das Anfangsbl., sein Anfangsbl. über das Schlussbl. jenes zu stehen kommt. Es bedarf daher noch zweier Paare und einer abermaligen halben Umdrehung um 2 Paare auf solche Weise übereinander zu stellen, dass sie sich in gleicher und nicht in umgekehrter Richtung decken, dass das Anfangsblatt des oberen über das Anfangsblatt des unteren und ebenso die Schlussblätter übereinander zu stehen kommen. Erst das fünfte Paar beginnt also die Stellung wahrhaft von Neuem. Somit gibt es bei der Decussation eine kleine und eine grosse Umlaufsperiode: erstere mit 2 Paaren und einer halben Wirtelumdrehung, nach welcher zwar ein Paar über das erste zu stehen kommt, aber verkehrt; letztere mit 4 Paaren und einer ganzen Wirtelumdrehung, worauf erst ein Paar in gleicher Kehrung mit dem ersten, also dass nicht nur die Paare, sondern auch die analogen Blätter der-

selben gleichgestellt sind, wiederkehrt. Die grosse Umlaufsperiode ist das Doppelte der kleinen, sie zählt 8 Blätter in 3 Umläufen (nicht Wirtelumdrehungen) und beginnt mit dem 9ten von Neuem *). Auf ähnliche Weise haben auch die übrigen Stellungsverhältnisse, in denen wir Blattpaare finden, einen kleinen und grossen Cyclus; nur bei einigen (z. B. $_2V_{3/10}$, $_8V_{13/43}$) trifft es sich, dass schon nach dem kleinen Cyclus eintritt, was gewöhnlich erst durch den grossen erreicht wird. Von den Stellungen 3gl. Wirtel gilt dasselbe, nur besteht bei diesen die grosse Umlaufsperiode aus 3 kleinen, weil überhaupt die Zahl der untergeordneten Cyclen stets der Zahl der Wirtelglieder gleich ist.

Dies konnten uns schon die doppelten Ausdrücke für die Div. der Wirtel sagen, welche wir anfangs fanden:

2 gl. W.		3 gl. W.		n gl. W.	
kl. Cycl.	gr. Cycl.	kl. Cycl.	gr. Cycl.	kl. Cycl.	gr. Cycl.
$\frac{\frac{1}{2}}{2}$	$= \frac{1}{4}$	$\frac{\frac{1}{3}}{2}$	$= \frac{1}{6}$	$\frac{\frac{1}{n}}{2}$	$= \frac{1}{n.2}$
$\frac{\frac{1}{2}}{3}$	$= \frac{1}{6}$	$\frac{\frac{1}{3}}{3}$	$= \frac{1}{9}$	$\frac{\frac{1}{n}}{3}$	$= \frac{1}{n.3}$
$\frac{1\,(=2/2)}{5}$	$= \frac{2}{10}$	$\frac{\frac{2}{3}}{5}$	$= \frac{2}{15}$	$\frac{\frac{2}{n}}{5}$	$= \frac{1}{n.5}$
$\frac{\frac{3}{2}}{8}$	$= \frac{3}{16}$	$\frac{1\,(=3/3)}{8}$	$= \frac{3}{24}$	$\frac{\frac{3}{n}}{8}$	$= \frac{1}{n.8}$
.	.	.	.	.	.
,	,	.	.	.	.
,	,	,	,	.	.

*) Somit ist der Cyclus dieser Stellung in der Anzahl der Blätter und Umläufe gleich der 3/8 St., woher es auch kommen mag, dass *folia decussata* bei der Auflösung

Endlich lasse ich noch eine Bemerkung über die Art und Weise, wie man alle Stellungsverhältnisse, denen Wirtel zu Grunde liegen, am leichtesten zu erkennen und zu bestimmen vermag, folgen. Auch bei ihnen kann die Bestimmung aus den Coordinationszahlen der bedingten Wendeln entnommen werden: die letzte Coordinationszahl, die Anzahl der Zeilen, gibt den Nenner der Div. der Wirtel; die vorletzte und vorvorletzte, bei 2gl. W. getheilt durch 2, bei 3gl. durch 3, bei ngl. durch n, geben die Zähler der Div. Wievielgliederige Wirtel aber in irgend einer Stellung verborgen seien, zeigt gleichfalls die Reihe der Coordinationszahlen an; denn, wie die Reihe der Coord. für die der Hauptkette angehörigen Stellungen einzelner Blätter auf . . . 1, 1, 0 zurückführt, so führt die Reihe der Coord. der Stellungen 2gl. Wirtel auf . . . 2, 2, 0; 3gl. Wirtel auf . . . 3, 3, 0 und ngl. W. auf . . . n, n, 0 zurück. Wenn wir also z. B. im Stande sind, an der dichtgedrängten und der unmittelbaren Bestimmung unzugänglichen Inflor. von *Dipsacus sylvestris* nach der einen Seite gewendete 26 Reihen von Bracteen, nach der andern Seite geneigt 42 solcher zu zählen, und wenn wir uns überzeugen können, dass die nächste Reihe nach diesen beiden bereits die senkrechte ist, so reicht diess zur vollkommenen Bestimmung der Blattstellung hin. Von den gegebenen Zahlen 26

---

der Wirtel am liebsten und häufigsten in 3/8 St. übergehen, z. B. bei *Epilobium*, *Scrophularia*, *Eupatorium cannabinum*, *Euphorbia Peplus*. Zwischen dem 1sten und 9ten Blatt steht jedoch bei der Decussatio in derselben Senkrechten nach 2 Umläufen das 6te, und über dem 9ten nach 5 Umläufen vom ersten an gerechnet das 14te. Daher zugleich die Verwandtschaft mit 2/5 St. und 5/13 St. Den Zusammenhang der Decussatio mit 2/5 St. haben wir schon früher bei *Euphorbia canariensis*, *Cactus speciosus* etc, kennen gelernt; es gibt aber auch Beispiele von Uebergang und Wechsel derselben mit 5/13 St, z. B. bei *Stachytarpheta indica*, *Melaleuca canescens*, *Linum maritimum*.

und 42 rückwärts durch Subtraction die Reihe ergänzend, und vorwärts durch Addition um eine Stelle verlängernd, erhalten wir:

0, 2, 2, 4, 6, 10, 16, 26, 42, 68.

Der Anfang der Reihe zeigt an, dass hier 2gl. Wirtel vorhanden sein müssen; die letzte Zahl (68) gibt den Nenner, die 2 vorletzten (26 u. 42) getheilt durch 2 geben den kleinen und grossen Zähler und wir hätten als Div. der Blattpaare in der Inflor. des *Dipsacus* 13V21/68. Einem solchen Ausdruck sieht man es sogleich an, dass er die Stellung 2gliederiger Wirtel angibt, nämlich daran, dass die Summe der beiden Zähler nur der Hälfte des Nenners gleich ist. Nach dem grossen Zähler gibt der Bruch zugleich die Uebergangsdivergenz vom Schlussblatt des einen Paars zum Anfangsblatt des folgenden an, weshalb man eine solche Stellung, als Cyclen der 1/2 St. verbunden durch eine gewisse Divergenz, auch so (1/2) 21/68 bezeichnen und auf diese Weise die Stellung innerhalb des Wirtels und die Art des Uebergangs von einem Wirtel zum andern in einem Ausdruck verbinden kann.

Wir gehen nun zur wirklichen Nachweisung der Stellungsverhältnisse über, unter denen die Wirtel in der Natur auftreten, wobei jedoch zum Voraus zu bemerken ist, dass alle diese Verhältnisse mit Ausnahme der einzigen Alternation zu den seltenen Erscheinungen im Pflanzenreich gehören. Wir beginnen mit der Kette der Stellungsv. für Blattpaare:

1) (1/2) 1/2, gleichgestellte Blattpaare, zeigen einige Jungermannien mit auf gleicher Höhe entgegengesetzten und sogar verwachsenen Blättern; so namentlich *I. coniugata* Hooker und einige ihr verwandte Javanische Arten. *I. subintegerrima* N. ab E. mit schief entgegengesetzten und noch kaum verwachsenen Blättern macht den Uebergang zu diesen. Hieher gehören auch sämmtliche dem *Mesembryanthemum linguaeforme* sich anschliessende Arten oder Varietäten, deren

Haworth 8 aufzählt und welche in den Gärten gewöhnlich unter dem Namen: *scalpratum, longum, latum, angustum, obliquum etc.* vorkommen; ferner *Potamogeton densus, Porliera hygrometrica, Zygophyllum, Fagonia, Tribulus, Ehrenbergia, Euphorbia Chamaesyce, humifusa, thymifolia etc.* Ich fürchte jedoch, dass wir bei den zuletzt angeführten Beispielen Blätter verschiedener Achsen vermischen. Auch *Loranthus europaeus* scheint mir nach getrockneten Exemplaren hieher zu gehören.

2) (1/2) 1/4. Die kreuzweise Stellung von Blattpaaren ist ein so gewöhnliches und so bekanntes Verhältniss, dass ich nicht nöthig habe durch Beispiele daran zu erinnern, und um so leichter darüber hinweg gehen kann, da wir uns auch oben auf die Untersuchung der verschiedenen Arten der *Decussatio*, welche ein eigenes Studium erfordern, nicht einliessen. Hieher gehört eigentlich nur die *Decussatio* mit in derselben Wendung (spiralig) fortschreitenden Blattpaaren, wie sie bei den Caryophylleen (Taf. XXVIII. Fig. 3.), Rubiaceen, Dipsaceen statt findet. Unter die lehrreichsten Beispiele gehört das Vorkommen dieser Stellung bei *Pinus sylvestris* an den kleinen zweinadeligen Seitenästchen. Die sogenannte Scheide, aus welcher diese 2 Nadeln hervorgehen, besteht aus 5 Paaren sich kreuzender spreuartiger Schuppen, deren Aufeinanderfolge man von Schuppe zu Schuppe verfolgen kann. Das Nadelpaar ist nur das 6te mit den letzten Spreublättchen sich kreuzende Blattpaar *).

3) (1/2) 2/6 wird in der Stellung der oberen Blätter von *Mercurialis perennis* befolgt (die unteren zeigen noch (1/2) 1/4);

*) Bei *P. Cembra* und *P. Strobus* ist diese Scheide gleichfalls von 10 Blättchen gebildet, welche aber nach 2/5 St. geordnet sind, und auf welche die 5 beisammenstehenden Nadeln als dritter beschliessender Cyclus dieser Stellung folgen.

ferner in der Stellung der Bracteen an der Hauptachse der Inflor. von *Acer platanoides* (oft durch lehrreiche Auseinanderrückungen gestört), der Staubträger der Cruciferen (Taf. XXXII. Fig. 1.), von *Atraphaxis* und *Polygonum lapathifolium* *). Wenn man auf das in der *Aestivatio valvata* stärkere Hervorragen einiger Theile gehen darf, so kommt diese Stellung zuweilen im Kelch sechszähliger Blüten von *Viscum album* vor.

4) (1/2) 3/10. Hieher gehört ohne Zweifel die schon erwähnte *Globulea obvallata.* Als ungewöhnliche Blattstellung fand ich diess Verhältniss bei *Cactus imbricatus* (3/8 St. vertretend), *Linaria vulgaris*, *Metrosideros glauca*, der Inflor. von *Orchis conopsea*, *Plantago maior* und dem weibl. Kätzchen von *Betula alba.*

5) (1/2) 5/16. Als Ausnahme (also wie bei *Pinus Picea)* findet sich diese St. bei *Solidago canadensis*, *Epilobium angustifolium* (mit vielen Störungen), *Cactus cylindricus* (im Wechsel mit 5/18 und 8/21), dem männlichen Kätzchen von *Iuglans regia* und dem weiblichen von *Betula alba.* Bei *Calycanthus floridus* haben wir früher die Stellung der *Petala* und *Stamina* als 5/13 bestimmt; zuweilen erhält sich jedoch die paarige Anordnung auch in der Blüte und die (1/2) 5/16 St. vertritt die Stelle von 5/13.

6) (1/2) 8/26 haben wir am Zapfen von *Pinus Picea* gesehen; ich fand dieselbe St. auch öfters in der Anordnung der Nadeln dieser Art, und einmal am Zapfen von *P. Abies.* Gleichfalls nur als Ausnahme kommt sie vor an den männl. und weibl. Kätzchen von *Betula alba*, dem Periclinium von *Centaurea Scabiosa*, der Inflor. von *Plantago media*, am

*) Siehe: Meisner, *Monograph. gen. Polygoni prodromus. Tab. II. Fig.* 1. und *Tab. III. L.* 2. 3.

dichtbeblätterten Stengel von *Euphorbia iuncea* und *aleppica*; sehr oft bei Kätzchen von *Corylus Avellana* und *tubulosa;* ebenso häufig als 8/21 in der Stellung der Blütchen bei *Scabiosa leucantha*, noch häufiger bei *Sc. arvensis* und fast ausschliesslich bei *Sc. Columbaria.* Auch an den allerkleinsten und armblütigsten Köpfchen von *Dipsacus sylvestris* findet man diese Stellung. Ueberhaupt pflegen die meisten Dipsaceen das paarweise der Anordnung auch in der Inflor. beizubehalten. Dies gilt auch von einigen *Compositis*, z. B. von *Arnica montana*, deren Blütchen nach (1/2) 8/26 geordnet sind und deren Periclinium häufig 16 Blättchen [(1/2) 5/16 St.] zeigt. Ob die Anordnung der Blüten nach (1/2) 8/26 dem Kolben von *Pothos lanceolata* normal zukommt, weiss ich nicht, da das Exemplar, woran ich diese Stellung fand, das einzige war, welches ich untersuchen konnte.

7) (1/2) 13/42, gleichfalls eines der Verhältnisse, die wir am Zapfen der Rothtanne fanden, findet sich wieder bei mehreren Scabiosen, z. B. Gartenvarietäten der *Sc. Columbaria*, bei *Sc. Carpathica*, kleineren Köpfen von *Dipsacus sylvestris* etc. Einmal ist mir diese Stellung auch bei *Sedum reflexum* und in der Infl. von *Plantago media* vorgekommen.

8) (1/2) 21/68 ist die gewöhnliche Stellung der Bracteen an den Köpfen mittlerer Grösse von *Dips. sylvestris.*

9) (1/2) 34/110 und 10) 55/178 sind die höchsten Stellungsverhältnisse, die ich an den grösseren und grössten Blütenköpfen von *Dips. sylvestris* fand. Mit ihnen schliesst sich für den jetzigen Stand der Erfahrung diese Kette.

Weit seltener ist das Vorkommen complicirterer Stellungsverhältnisse 3gliederiger Wirtel; ich habe daher für die Glieder der jetzt folgenden Kette nur sehr wenige Beispiele anzuführen.

1) (1/3) 1/3 zeigen einige Jungermannien, bei denen je

2 Blätter und ein Amphigastrium in einen Ring verwachsen sind; so bei *Iung. coalita* Hooker und einigen ihr verwandten Arten. Eben diese Stellung kommt auch in der Inflor. von *Potamogeton crispus* vor, in welcher die Blüten oft wirtelartig zusammenhalten.

2) (1/3) 1/6, die alternirende Stellung 3gl. Wirtel, bedarf keiner weiteren Nachweisung. Ich erinnere nur an die früher angeführten Beispiele 3gl. Wirtel, welche sämmtlich hieher gehören, und an die Blüten der Monocotyledoneen.

3) (1/3) 2/9. Nach diesem Verhältniss sind die *Stamina* bei *Rheum* und *Butomus* (Taf. XXXII. Fig. 2.) angeordnet; auch die 3 inneren Kelchblätter und 6 Staubträger von *Rumex* bilden zusammen einen Cyclus dieser Stellung (wie bei den Cruciferen die 2 inneren Kelchblätter mit den 4 Blumenblättern zusammengenommen einen Cyclus der (1/2) 2/6 St. und bei *Adoxa* Blume und *Stamina* zusammen einen Cyclus der (2/5) 5/15 St. bilden).

4) (1/3) 3/15 ist die gewöhnliche Stellung der Carpellen und wahrscheinlich auch der *Stamina* bei *Anemone nemorosa;* kommt auch in der Inflor. von *Plantago media, Veronica longifolia* und ihren Verwandten vor.

5) (1/3) 5/24 kommt gleichfalls bei *Pl. media* vor, und ist wahrscheinlich auch das Verhältniss, nach welchem die 24 *Stamina* der *Sagittaria* geordnet sind.

6) (1/3) 8/39 und die weiteren Glieder dieser Kette wird man gewiss in der Stellung der *Stamina* und Carpellen der Pulsatillen finden, und bei der Varietät des *Dipsacus sylvestris* mit 3gl. Wirteln, die ich bloss getrocknet und gepresst untersuchte, wobei die Blattstellung sich nicht genau ausmitteln liess.

Von den complicirteren Stellungsverhältnissen für 4gl. Wirtel habe ich bisher nur in der Inflor. der vielbe-

weglichen *Plant. media* einige Fälle auffinden können, nämlich (1/4) 3/20 und (1/4) 5/32. Häufiger wird man solche Fälle gewiss in der Aehre der mit *Veronica longifolia* verwandten Arten finden.

Wirtel mit mehr als 4 Gliedern kommen fast nicht mehr anders als alternirend vor; nur sehr selten findet man sie gleichgestellt oder je 3 ein Verhältniss eingehend. Letzteres kommt hauptsächlich in der Anordnung der *Stamina* vor. Gleichgestellte 5gl. Wirtel finden sich z. B. in der Blüte der Primulaceen, Delphinien, *Sedum* etc.; alternirende nach 1/5 gebildete, also (1/5) 1/10, bei *Veronica*-Arten etc.; nach 2/5 gebildete dagegen, also (2/5) 3/10, in der Inflor. von *Lupinus* und, als gewöhnlichstes Verhältniss, in den Blüten der Dicotyledoneen, wovon *Aquilegia* (Taf. XXXII. Fig. 4.) das glänzendste Beispiel gibt. Drei 5gl. (nach 2/5 gebildete) Wirtel unter 1/15 Div. gestellt, wobei der Uebergang von einem Wirtel zum andern durch 2/5—1/15 = 5/15 geschieht, bilden die 15 äusseren Staubfäden bei den meisten Spiräen, Potentillen und Pomaceen (Taf. XXXII. Fig. 8.). Man kann diese Stellung mit einem Ausdruck so bezeichnen: (2/5) 5/15. *Adoxa* ist schon oben erwähnt worden. Achtgliederige (nach 3/8 gebildete) gleichgestellte Wirtel finden wir in der Blüte der *Nigella* (Taf. XXXII. Fig. 7.); 8gl. und 13gl. alternirende, also (3/8) 5/16 und (5/13) 9/26, kommen in den Blüten von *Sempervivum* vor. Ein sehr schönes Beispiel abwechselnd gestellter 21gl. Wirtel, also der Stellung (8/21) 15/42, gibt *Matricaria Chamomilla*, auf deren *Anthoclinium* die Blütchen in 42 geraden Zeilen stehen, während, nach jeder von beiden Seiten gewendet, 21 in flachen Bogen dem Centrum sich annähernde Reihen sich verfolgen lassen. Durch diese Anordnung der Blütchen unterscheidet sich die ächte *Kamille* von den ähnlichen *Anthemis*-Arten auffallend.

Haben wir so die möglichen Stellungen der Wirtel, als zusammengesetzter Ganzer, gegeneinander betrachtet, so könnten wir noch weiter gehen und zu erforschen suchen, ob nicht auch auf diese Weise von mehreren Wirteln gebildete Cyclen selbst wieder von neuem Stellungsverhältnisse unter einander eingehen, also aus mehreren verbundenen Wirteln bestehende Ganze abermals unter verschiedenen Divergenzen sich gegeneinander stellen können. Dass dieser Fall wirklich vorkommt, zeigen uns die alternirenden 4gl. Wirtel bei *Daphne*, *Ruta*, *Evonymus* etc., denn diese 4gl. Wirtel sind ja selbst aus sich kreuzenden 2gliederigen zusammengesetzt. So zeigen ferner die 12 äusseren Staubträger der *Tormentilla* 3 unter 1/12 Div. gestellte 4gl. Wirtel, welche selbst wieder durch Verbindung zweigliederiger gebildet sind. Alternirende 6gliederige aus alt. 3gliederigen gebildete Wirtel kommen bei den Salicarien vor; alternirende 10gl. aus alt. 5gliederigen gebildete bei *Phytolacca icosandra* (die *Stamina)* und bei *Geum* (die Carpellen). Die Carpellen von *Fragaria* bilden alt. 15gl. Wirtel, welche wahrscheinlich selbst Cyclen der (2/5) 3/15 St. sind. Doch diese Betrachtungen führen uns in ein Gebiet, dessen Zusammenhang mit der Untersuchung der Blattstellung ich bloss zeigen wollte. Haben wir früher bloss die Succession und Stellung der einzelnen Blütentheile innerhalb der Wirtel zu erforschen und mit den Gesetzen der Blattstellung in Einklang zu bringen gesucht, so sind wir jetzt dahin gelangt, von wo aus auch das gegenseitige Verhalten dieser Wirtel im Ganzen der Blüte, also die ganze Syntaxis der Blüten, gleichfalls aus den Gesetzen der Blattstellung verständlich zu werden beginnt. Die auf Taf. XXXII. gegebenen Blütenrisse werden aus dem bisher Gesagten oder doch Angedeuteten grösstentheils ihre Erklärung finden; was noch im Besonderen über sie zu

sagen ist, werde ich bei einer anderen Gelegenheit nachtragen.

Das Schwierigste bei der Untersuchung der Anordnung der Blütentheile ist die Ausmittelung der Art des Uebergangs aus einem Wirtel in den andern, welche nur durch sorgsame Beachtung der kleinsten Störungen im Gang der Metamorphose möglich ist. Wir haben schon früher als fast allgemein gültiges Gesetz angegeben, dass bei der Verfolgung der Blattstellung nach dem kürzeren Weg, den wir der Bequemlichkeit halber bisher immer vorgezogen haben, die Divergenz des Schlussblatts des vorausgehenden und des Anfangsblatts des folgenden Wirtels kleiner sey als die Div. der innerhalb des Wirtels aufeinanderfolgenden Blätter. Verfolgte man die Blattstellung nach dem längeren Weg, so wäre also die Uebergangsdiv. vom Schluss des einen zum Eingang des anderen Wirtels grösser als die Div. der Blätter innerhalb des Wirtels. Könnte dies der Betrachtung der Blattstellung nach dem längeren Weg nicht eine Art Vorzug geben? Denn man sollte doch glauben, das Trennende und Auseinanderhaltende ganzer Wirtel müsse grösser seyn als das der einzelnen diesen Wirteln untergeordneten Theile. Sollte demnach nicht der lange Weg der der Natur wahrhaft entsprechende seyn? Aber wie können wir uns ein wirkliches Fortschreiten der Blattstellung in einer gewissen Richtung denken? Offenbar wäre die Richtung, nach welcher wir die Blattstellung betrachten, nur dann nicht ganz willkürlich, wenn wir in der Entstehung der Blätter selbst ein Fortschreiten von einer Seite zur andern anzunehmen berechtigt wären, also dass jedem Blatt ein unterer und ein oberer Rand, eine in der Richtung des Entstehens hintere und vordere Seite, also eine ältere und eine jüngere Hälfte zukäme. Nach der Richtung dieses Fortschreitens innerhalb des Blattes selbst müsste alsdann auch die

wahre Wendung der Blattstellung bestimmt, und entschieden werden, ob sie dem kurzen oder dem langen Weg des mechanischen Abzählens entspricht. Es gibt zweierlei Erscheinungen, welche auf ein Fortschreiten des entstehenden Blattes von einer Seite nach der andern schliessen lassen: nämlich 1) die vorkommenden halbseitigen Verwandelungen, wobei dasselbe Blatt mit seiner einen Hälfte noch der tieferen, mit der anderen bereits der höheren Bildungsstufe angehört; und 2) die Rollung der Scheidenblätter, wie man sie bei Gräsern (Taf. XXXIII. Fig. 4.), Doldengewächsen (Ibid. Fig. 1.) und in der grössten Breite bei Restiaceen, namentlich bei *Elegia* sieht, bei welcher die grossen Scheiden an ihrem Ursprung den Stengel oft mehr als 11/2 mal umkreisen. (Siehe Taf. XXXIV. Fig. 1. 2. 3.). Die Beobachtung dieser beiden Erscheinungen spricht wirklich in den meisten Fällen für die Richtigkeit der Betrachtung der Blattstellung nach dem weiteren Weg. Ich habe z. B. Rosenknospen gefunden, bei welchen das äusserste Kelchblatt mit der einen Seite wie gewöhnlich zur Bildung der Kelchröhre beitrug, während die andere Seite, abgelöset von der Kelchröhre und mit kleinen Fiederblättchen besetzt, vom Blütenstiel herauflief. Diese freie Seite war, nach 3/5 gerechnet, die untere. Bei einer 5zähligen Tulpe fand ich das innerste Perigonblatt zur Hälfte zum Stamen umgewandelt. Damit diese der Formation nach obere Hälfte auch der Blattstellung nach diese Stelle einnehme, musste man nach 3/5 herumzählen. Noch weit wichtiger ist die Ineinanderrollung der Scheiden: diese gibt bei den Umbelliferen (am überzeugendsten bei den unteren Blättern von *Heracleum Sphondylium*, *Laserpitium latifolium* und *Aegopodium Podagraria*), bei *Thalictrum* (besonders deutlich bei *Th. glaucum*), *Fragaria*, *Iuncus* beständig den langen Weg (in den genannten Fällen 3/5), als den

der Rollung der Blätter entsprechenden an *). Nun nimmt aber in diesen Fällen jedes Blatt für sich schon einen ganzen Umlauf oder noch mehr ein, es kann also die wahre Entfernung der Mitten oder Höhepunkte zweier aufeinander folgender Blätter weder $2/5$ noch $3/5$, sie muss vielmehr $1 + 3/5 = 8/5$ betragen. Ein Cyclus der $2/5$ St. hätte auf diese Art betrachtet eigentlich 8 volle Umläufe (Siehe Taf. XLVIII., auf welcher unter Fig. 3. die Rollung der Scheiden bei

*) Diess gilt jedoch nicht allgemein; es gibt einige Pflanzen, bei welchen die Rollung der Scheiden, widersprechend den oben genannten Beispielen, beständig mit der Wendung der Blattstellung nach der kleinen Divergenz übereinstimmt. Merkwürdig ist es, dass diese Abweichung sich gerade bei solchen Pflanzen findet, welche die stärkste Ineinanderollung der Scheiden zeigen, nämlich bei den Restiaceen. Ich überzeugte mich davon bei einigen Arten der Gattung *Restio* selbst und 5 verschiedenen Elegien (Siehe Taf. XXXIV. Fig. 5. die Rollung der Scheiden von *Elegia iuncea* im Grundriss). In diesem Falle sind also die Ausdrücke 1/3, 2/5 u. s. w. wirklich mit dem natürlichen Gang der Blattstellung übereinstimmend, während bei der Mehrzahl der Gewächse die der Bequemlichkeit wegen beibehaltene Art der Bezeichnung der Blattstellung »nach dem kurzen Weg« nur negative Bedeutung hat.

Eine andere Merkwürdigkeit zeigen in dieser Beziehung die Gräser; bei ihnen ist jede folgende Scheide in der vorausgehenden entgegengesetzter Richtung gerollt (Siehe Taf. XXXIII. Fig. 5. von *Arundo Phragmites*), eine Erscheinung, welche für die Erklärung des Umwendens der Blattstellung, dessen wir bei der Untersuchung der Wirtel im Vorbeigehen erwähnt haben, von Wichtigkeit ist. Diese den Gräsern durchgehends zukommende Eigenthümlichkeit fand ich auch bei *Menyanthes trifoliata, Typha, Canna; Hedychium* nnd vielen anderen Scitamineen, *Calla palustris, Caladium pertusum* und *Acorus Calamus*, bei welchem man an den weit übereinander greifenden zwei Seiten der Scheide sogar einen Unterschied in der Höhe ihres Freiwerdens vom Stengel wahrnimmt. Wenn bei Pflanzen mit entgegengesetzter Rollung der aufeinander folgenden Scheiden der Stengel sich niederlegt, so findet man die äusseren (Hebungs-) Seiten der Blätter stets nach unten, die inneren oder sich einrollenden (Senkungs-) Seiten derselben nach oben gelegen, wobei die Blätter gewöhnlich nach oben weniger, nach unten mehr divergiren (Tab. XXXIII. Fig. 2. 3. von *Menyanthes*). Diess gibt uns einen Wink über die Ursache des stärkeren Convergirens vieler zweizeiliger Blätter auf der oberen Seite horizontal ausgebreiteter Zweige (z. B. bei *Fagus, Carpinus, Corylus, Umus, Tilia*) oder schief gerichteter und kriechender Stengel (Leguminosen, *Hedera*, Jungermannien).

2/5 St. angegeben ist). Auf diese Weise könnten wir alle früheren Ausdrücke für die Blattstellungen nach der wahren Zahl ihrer Umläufe verwandeln: o v 1/1 würde in 2/1 umgeformt werden (Taf. XLVIII. Fig. 1.); bei allen anderen Stellungen würden die Blätter sich näher stehen (Ibid. Fig. 2.) und wir erhielten die Kette:

2/1, 3/2; 5/3, 8/5, 13/8, 21/13, 34/21, . . .

Wir wollen jedoch keineswegs die frühere Bezeichnungsweise verlassen, zumahl da auch die jetzt aufgestellten Formeln noch nicht den letzten und wahren Ausdruck für das rhythmische Fortschreiten der Bewegung, welche den Blättern ihre Stellung gibt, enthalten, oder mit einem Wort noch nicht die genetischen sind. Die früher festgestellten Ausdrücke sind die bequemsten und können für die gewöhnliche Bestimmung der Blattstellung jederzeit beibehalten werden. Ich wollte sie nicht zerstören, nur andeuten wollte ich durch die letzten Bemerkungen, dass durch die bloss mechanische Bestimmung der Blattstellungen, mit der wir uns bisher fast allein beschäftigt haben, die wahre Natur derselben noch nicht erfasst, die Untersuchung noch nicht geschlossen sey; dass vielmehr an den Kreiss wissenschaftlicher Forschung, in dem wir uns bisher bewegt haben, ein anderer sich anschliesst, der die Erforschung des wahren und nicht bloss scheinbaren Forschreitens, der Blattstellung, der Entstehung derselben, zum Ziele hat. Die Beobachtung der Rollung der Scheiden ist es hauptsächlich, welche den Vorhang aufzieht, der uns bisher das höhere Ziel verdeckt hielt. Wunderbar ist die Beweglichkeit und doch zugleich Gesetzmässigkeit, welche die Erscheinungen der Blattstellung zeigten, wohin ihr auch unsere Blicke gefolgt sind, aber die wahre Erkenntniss dieser Wunder, welche allein durch die Erforschung ihrer Entstehung erreicht werden kann, ist uns ferne geblieben. Nur

in der Ergründung des Processes, der den Blättern Beides, Entstehung und bestimmte Stellung, gibt, kann die wahre Lösung dieser Räthsel gefunden werden; und dass auch dieses Ziel nicht unzugänglich sey, dazu geben uns die zuletzt angeführten Beobachtungen, welche uns in der einseitig fortschreitenden Entstehung des einzelnen Blattes den verbindenden Faden der ganzen Kette aufeinanderfolgender Blätter ahnen liessen, die bestimmteste Hoffnung. Mit dieser Hoffnung möchte ich gerne die durch diesen Versuch unbefriedigten Leser, von denen ich selbst der erste sein werde, entschädigen; darum ist es mir doppelt erfreulich ihnen am Schlusse dieser Blätter verkündigen zu können, dass ihre Verwirklichung nicht mehr ferne ist. Ein Buch von Dr. Carl Friederich Schimper, das im Laufe des kommenden Jahrs (1831) bei Cotta unter dem Titel: «Die Blatterzeugung im Gewächsreich" begleitet von zahlreichen Tafeln erscheinen wird, hat die Lösung dieser Aufgabe zum Gegenstand. Mit freudiger Zuversicht verweise ich meine Leser auf dieses Werk.

Ich schliesse mit dem Wunsche, dass es mir gelingen möge durch diesen Anfang die Theilnahme an einem neuen Zweig der Pflanzenkunde, der Kunde von dem Zeit- und Baummaass, nach dem in der Entwickelungsgeschichte der Pflanze die mannichfaltig sich gestaltenden Gebilde aneinander gereiht werden, also der wahren Stöchiologie der Pflanze, zu erregen, damit dieser Zweig durch vielseitiges Zusammenwirken immer mehr sich entwickele, freudig erblühe und lohnenden Früchten entgegenreife:

Concordia res parvae crescunt.

Anhang.

1. Ausführliche Angabe der Beobachtungen über die Verschiedenheit der Wendung der Blattstellung bei Zapfen derselben Art und sogar desselben Baums.

An 150 Zapfen desselben Baums von *P. sylvestris* L. war die Wendung der Blattstellung nach dem kurzen Weg beurtheilt	rechts bei 79	links bei 71.
An 82 eines anderen Baums derselben Art	« « 46	« « 36.
An 52 eines dritten Baums derselben Art	« « 24	« « 28.
An 26 Zapfen einer *Variatio squamis elevatis*	« « 8	« « 18.
An 24 Z. einer *Var. squamis inferioribus pyramidatis, uncinatis*	« « 13	« « 11.
An 21 Z. von *P. Pumilio*	« « 9	« « 12.
An 6 Z. von *P. austriaca*	« « 2	« « 4.
An 4 Z. von *P. rigida* Mill.	« « 2	« « 2.
An 5 Z. von *P. Cembra*	« « 2	« « 3.
An 53 Z. von *P. Strobus*	« « 26	« « 27.

An 20 Zapfen eines Baumes von *P. Larix* bei Carlsruhe	rechts bei	12	links bei	8.
An 20 Z. von einem Baum derselben Art bei München	«	«	12	«	«	8.
An 18 Z. von *P. pendula* Ait.	«	«	11	«	«	7.
An 100 Z. von *P. Abies* Du Roi.	«	«	52	«	«	48.
An 152 Z. von *P. Picea* Du Roi.	«	«	74	«	«	78.
An 30 Z. von *P. alba* Lamb. aus dem Carlsr. Hofgarten	«	«	17	«	«	13.
An 15 Z. derselben Art aus dem Münchner bot. Garten	«	«	7	«	«	8.
An 14 Z. von *P. microcarpa,* welche an demselben Ast sich befanden,	«	«	5	«	«	9.
An 32 Z. von *P. canadensis*	«	«	16	«	«	16.

Diese Beobachtungen mögen hinreichen um zu zeigen, dass nicht nur dieselbe Species, sondern auch derselbe Baum, ja derselbe Zweig im Durchschnitt ein Gleichgewicht hält in der Hervorbringung von Zapfen mit rechtsgewendeter und solchen linksgewendeter Blattstellung; und was hier an den Zapfen der Coniferen speciell nachgewiesen ist, gilt mehr als wahrscheinlich für das ganze Pflanzenreich.

2. Nähere Angaben über das Verhältniss des Vorkommens verschiedener Modificationen der Blattstellung bei den Zapfen derselben Art.

Es verhält sich mit dem Variiren der Blattstellung wie mit jeder anderen Art des Variirens; einige Pflanzen zeigen dazu grosse Neigung, wärend andere mit der grössten Beständigkeit bei gewissen ihnen einmal gewöhnlichen Verhältnissen beharren. So bewegt sich z. B. *Sedum acre* unabänderlich im Gebiet der 2 bis 3 ständigen Blattstellungen ($2/5$, $3/8$, $5/13$), *Sedum sexangulare* ebenso beharrlich im Gebiet der 3- bis 4 ständigen ($2/7$, $3/11$, $5/18$), während *S. reflexum* nicht

nur beide Gebiete vereinigt, sondern sogar noch in das dritte hinüberspielt (2/9). Ebenso ist es auch bei den Coniferen. Während wir unter den Zapfen von *P. Picea* Repräsentanten für alle Arten des Variirens der Blattstellung gefunden, variirt die Stellung der Schuppen am Zapfen von *P. sylvestris* gar nicht; wenigstens ist es mir, ob ich gleich in dieser Absicht viele Hunderte von Zapfen untersucht habe, bei dieser Art nicht geglückt eine einzige Abweichung von 13/34 St. zu finden, wenn man nicht vielleicht bei den kleinsten nur 8/21 St. annehmen will.

P. Strobus zeigt zwar Variationen der Blattstellung, scheint aber das Gebiet von der 2 bis 3 ständigen nicht zu überschreiten; ich fand unter 54 Zapfen

37	mit	5/13 St.
10	«	8/21 «
2	«	13/34 «
3	«	7/18 «
1	«	11/29 «
1	«	12/31 «

Unter 41 Zapfen von *P. Larix* zeigten

2	Stellung	der	Schuppen	nach 5/13
34	«	«	«	« 8/21
4	«	«	«	« 13/34
1	«	«	«	« 11/29

Unter 17 Zapfen von *P. pendula* Ait. befanden sich

12	mit	8/21 St.
4	«	11/29 «
1	«	5/18 «

Unter 39 von *P. alba*

27	mit	5/13 St.
3	«	8/21 «
7	«	13/34 «
2	«	5/18 «

Unter 120 von *P. Abies*

117 mit 8/21 St.
1 « 5/18 «
2 « (1/2) 8/26 «

Unter mehr als 1000 Zapfen von *P. Picea*, welche ich nach und nach der Untersuchung unterwarf, fand ich im Ganzen 33, welche von den normalen Stellungsverhältnissen 8/21, 13/34, 21/55 abwichen, also dass man auf 100 normale Fälle etwa 3 solcher Abweichungen rechnen darf, wobei jedoch zu bemerken ist, dass nicht nur einzelne Wälder, sondern auch in diesen wieder einzelne Bäume vorzugsweise zur Hervorbringung solcher Anomalien geneigt sind. Unter diesen 33 befinden sich

a) Zapfen mit von der Hauptkette nur wenig abweichenden Stellungsverhältnissen 2, nämlich:

1 mit 11/29 St.
1 « 18/47 «

b) Zapfen mit 3-4ständiger Blattstellung (unter denen selbst wieder ein von der Kette abweichender Fall) 11, nämlich:

7 mit 5/18 St.
0 « 8/29 «
3 « 13/47 «
1 « 7/25 «

c) Zapfen mit paarweiser Anordnung der Schuppen 20, nämlich:

2 mit (1/2) 5/16 St.
4 « (1/2) 8/26 «
12 « (1/2) 13/42 «
2 « (1/2) 21/68 «

Diese Abweichungen abgerechnet fand ich unter 125 Zapfen

54 mit 8/21 St.
50 « 13/34 «
21 « 21/55 «

Zum Vergleich will ich hier auch noch einige näheren Angaben von Beobachtungen über das Verhältniss des Vorkommens verschiedener Blattstellungen an einigen anderen Pflanzen beifügen:

Unter 54 weiblichen Kätzchen von *Betula alba* fand ich

12	mit	5/13	St.
18	«	8/21	«
16	«	13/34	«
1	«	5/12	«
1	«	5/23	« (dritte abgeleitete Stellung in der Kette von 1/4, 1/5)
2	«	(1/2) 3/10	«
2	«	(1/2) 5/16	«
2	«	(1/2) 8/26	«

Unter 50 ohne Auswahl gesammelten kleineren und grösseren Köpfchen von *Dipsacus sylvestris* waren

2	mit	(1/2) 8/26	St.
7	«	(1/2) 13/42	«
12	«	(1/2) 21/68	«
25	«	(1/2) 34/110	«
3	«	(1/2) 55/178	«

Unter 80 Aehren von *Plantago maior* befanden sich

3	mit	3/8	St.
13	«	5/13	«
41	«	8/21	«
22	«	13/34	«
1	«	(1/2) 3/10	«

Weit grösser als bei *Pl. maior* ist die Mannigfaltigkeit vorkommender Fälle in der Stellung der Bracteen von *Pl. media;* ja sie ist gross, dass ich wegen dem Vorurtheil unserer Zeit gegen alle wissenschaftlichen Ergebnisse, denen keine unmittelbare Anwendung auf Unterscheidung der Arten und

Bildung des Pflanzensystems zukommt, nicht ohne Scheu dieselbe Pflanze als Beispiel so verschiedener Blattstellungen anführte. Es gibt gewiss wenige Pflanzen, denen eine so grosse Freiheit, ein so weiter Spielraum in der Wahl der Blattstellung eingeräumt ist, die dieselbe Entwickelungsepoche in so vielfach abgeändertem Rhythmus zu durchlaufen vermögen. Eine Zusammenstellung aller dieser Variationen würde hier zu viel Raum einnehmen.

Nachträgliche Bemerkungen.

Ein neuer Aufenthalt in München setzt mich in den Stand die Bestimmung zweier daselbst in den Sammlungen der königlichen Akademie aufbewahrter, in Beziehung auf Blattstellung merkwürdiger Pflanzen, die in den vorausgehenden Blättern ohne Namen erwähnt wurden, nachzutragen: nämlich die als Beispiel der 18/47 St. (p. 302.) erwähnte, durch die enorme Grösse der Blütenkolben sich auszeichnende Palme ist *Lodoicea Sechellarum;* der unter 2/7 St. (p. 327.) angeführte baumartige Farn ist *Alsophila nigra* Mart. Ferner kann ich die Leser meines Aufsatzes jetzt auch benachrichtigen, dass die 8/29 St., deren Vorkommen am Zapfen der Rothtanne ich vorausgesagt hatte, nun wirklich (im verflossenen September auf einer Wanderung durch die bairischen Voralpen aufgefunden worden ist. Glück und Zufall waren mir auf dieser Reise günstig, so dass ich noch manche neue und merkwürdige, jedoch grösstentheils nicht unerwartete, Stellungsverhältnisse an den Zapfen von *Pinus Picea, Larix,* selbst *P. sylvestris* und *Pumilio*, zu welcher, wie ich jetzt überzeugt bin, auch die öfters erwähnte *P. montana* des Carlsruher Gartens gehört), auffand, deren künftig

bei einer als Anhang zu den vorausgehenden Untersuchungen zu gebenden, nach den Gattungen und Arten geordneten Uebersicht sämmtlicher über Blattstellung der Coniferen gesammelter Bemerkungen Erwähnung geschehen soll. Auch meine Vermuthungen über das Vorkommen der höheren, damals von Beispielen noch entblössten, Stellungsverhältnisse für 3gliederige Wirtel sind während des Druckes der Abhandlung in Erfüllung gegangen. Ich habe nämlich nicht nur diese, sondern sogar noch die entsprechenden Stellungen für 4- und selbst mehr- als 4gliederige Wirtel in der Inflorescenz von *Dipsacus*, und zwar bei allen bekannten Arten dieser Gattung, vorgefunden.

Bei dieser Gelegenheit will ich auch noch erwähnen, dass der auf Tab. XXXII. Fig. 7. befindliche Aufriss der Nigellenblüte sehr wahrscheinlich fehlerhaft ist. Ich habe ihn von der *Nigella arvensis* nach der blossen Erinnerung, (auf die man sich eben bei allem, was Einzelnheiten betrifft, nie zu sehr verlassen sollte), entnommen. Leider ist mir die *N. arvensis* im letzten Sommer nicht lebend vorgekommen, allein bei *N. sativa*, die ich seither untersuchte, fand ich die 8 Phalangen der Staubblätter mit den 8 Blumenblättern alternirend und dabei nicht genau nach der Speiche, sondern, was alle Beachtung verdient, etwas schief gegen das Centrum der Blüte gestellt. Die Carpellen befanden sich dabei in der Richtung der Kelchblätter.

Schliesslich will ich auch noch andeuten, dass die gegebene Betrachtung der Stellungsverhältnisse cyclisch- und wiederholt cyclisch-verbundener Blätter, d. i. einfacher Wirtel und zusammengesetzter Wirtelganzen vielleicht in einigen Punkten einer Berichtigung bedarf. Da jedoch die Auseinandersetzung dieses noch nicht über alle Zweifel erhobenen Gegenstandes nothwendig zu weit führen würde, so behalte ich mir die nähere Erklärung hierüber für eine nächste Gelegenheit vor.

ERKLÄRUNG DER TAFELN.

Anmerkung. Der Schriftzeichner hat sich auf den zu dieser Abhandlung gehörenden lithographirten Tafeln hie und da einer von der gewöhnlichen Schreibart abweichenden Anordnung der römischen Zahlzeichen bedient, auf welche wir hiemit, um Irrungen vorzubeugen, aufmerksam machen müssen: statt XIX steht IXX, statt XXIX: IXXX, statt XXXIX: XIL, statt XLVII: IIIL, statt XLVIII: IIL, statt XLIX: IL.

Taf. XVII. Fig. 1. Zapfen von *Pinus Cedrus* nach einem Exemplar aus dem botanischen Garten in Padua.

Fig. 2. Zapfen von *P. Pinaster Ait.* nach einem Exemplar aus dem Carlsruher botanischen Garten.

Taf. XVIII. Fig. 1. Zapfen von *P. Picea* DuRoi (*Abies excelsa* DeCand.)

Fig. 2. Zapfen von *P. Abies* DuRoi (*A. pectinata* DeCand.)

Fig. 3. Zapfen von *P. Cembra* nach einem bei Heiligenblut gesammelten Exemplar.

Taf. XIX. (IXX) Fig. 1. Der auf der vorigen Tafel unter Fig. 2. vorgestellte Zapfen der Weisstanne im Umriss. Die Ziffern auf den Schuppen geben die Stelle an, welche diese gegen eine angenommene erste und mit 1 bezeichnete einnehmen.

Fig. 2. Ein Zapfen von *P. Picea* mit noch anliegenden Schuppen. Die ausgezogenen schwarzen Linien geben die Zeilen an (deren 21 sind), die schwarzpunktirten Linien die 13zähligen Wendeln, die blauen die 8zähligen, die rothen die 5zähligen, die gelben die 3zähligen.

Fig. 3. Ein Zapfen von derselben Species mit bereits abstehenden Schuppen.

Fig. 4. Bruchstück eines ebensolchen von unten gesehen. Die nach den Radien herumgeschriebenen Ziffern geben die Aufeinanderfolge der in der Richtung dieser Radien abstehenden Schuppen an.

Sämmtliche auf dieser Tafel vorgestellte Zapfen zeigen 8/21 Stellung.

Taf. XX. Abriss eines Zapfens von *P. Picea*, wie er aufgerollt und zur Ebene ausgebreitet sich darstellen müsste. Die Ordnung der Schuppen ist wieder nach 8/21. — a, x, a die Grundwendel; — b, x, b die 2zählige Wendel; — c′, — c, x, c, c′ die 3zählige; — d, x, d, d′ die 5zählige; — e, x, e, e′ die 8zählige; — f, x, f, f′ die 13zählige Wendel; — x, x, x′, x″ die 21zählige, senkrechte Zeile.

Taf. XXI. Schema der 8/21 Stellung im Grundriss. Die verschiedenen durch diese Stellung bedingten Spiralen sind mit denselben Farben bezeichnet, wie an Fig. 2. auf Taf. XIX.

Taf. XXII. Fig. 1. Gerüste des bereits auf Taf. XVIII. und Taf. XIX. vorgestellten Zapfens der Weisstanne nach den 3zähligen und 5z. Wendeln construirt. a, b die Grundwendel; b, g die 2zählige; a, g, c die 3zählige: g, f die 5zählige; g, d die 8zählige; g, e die 13zählige, g, g′, g″, g‴ die 21zählige, senkrechte Reihe.

Fig. 2. Gerüste für den Taf. XIX. Fig. 2. vorgestellten Zapfen der Rothtanne nach den 5z. und 8z. Wendeln. a, b die Grundwendel: e, a die 2zählige; e, b die 3z.; e, d, d die 5z.; e, e, e die 8z.; e, f, f die 13z.; e, g, g die 21z. senkrechte Reihe oder Zeile.

Fig. 3. Gegenseitige Stellung der entscheidenden Blätter bei 5/8 St. in der senkrechten Projection um das diagonale Verhalten der Abschnitte der nach den verschiedenen Blattreihen gezogenen Linien zu zeigen.

Taf. XXIII. Zapfen von *P. Picea*

Fig. 1. mit 8/21 St. übergehend in 13/34.

Fig. 2. mit 13/34 St.

Fig. 3. mit 21/55 St.

Fig. 4. mit 18/47 St.

Taf. XXIV. Fig. 1. Zapfen von *P. Strobus* nach Ausstreuung der Samen. Die Stellung der Schuppen ist nach 5/13.

Fig. 2. Zapfen von derselben Spec. vor Ausbreitung der Schuppen. Zeigt dieselbe Stellung.

Fig. 3. Bruchstück eines solchen Zapfens einen Cyclus der 5/13 St. im Grundriss darstellend.

Fig. 4. Umriss des Taf. XVIII. Fig. 3. vorgestellten Zapfens der Zürbel. Die Stellung der Schuppen ist nach 8/21.

Fig. 5. Z. von *P. rigida* Mill. gezeichnet nach einem Exemplar, das ich der Güte des H. Gartendirectors Hartweg in Carlsr. verdanke. Er zeigt am unteren Theil 21/55, am oberen sich zuspitzenden 13/34 St.

Taf. XXV. Umrisse der auf Taf. XVII. vorgestellten Zapfen von *Pinus Cedrus* und *P. Pinaster.*

Fig. 1. zeigt 18/47 St.

Fig. 2. 21/55 St.

Taf. XXVI. Fig. 1. 2. Mehrere Zapfen von *P. microcarpa;* sie zeigen 2/5 St.

Fig. 3. Ein ebensolcher von Oben gesehen.

Fig. 4. Ein Zapfen von *P. canadensis*, dessen Schuppen nach 3/8 geordnet sind.

Fig. 5. 6. 7. Zapfen von derselben Species mit 5/13 St.

Fig. 8. Ein Z. dieser Species mit 7/18 St.

Fig. 9. Z. von *P. Larix* mit 8/21 St.

Fig. 10. Ein anderer mit 11/29 St.

Fig. 11. Z. von *P. pendula* mit 11/29 St.

Fig. 12. Ein anderer mit 5/18 St.

Fig. 13. Z. von *P. alba* mit 5/13 St.

Fig. 14. Ein anderer mit 5/18 St.

Fig. 15. Derselbe von Unten betrachtet.

Fig. 16. Z. von *P. sylvestris;* die Schuppen sind nach 13/34 geordnet. a, b die 5zählige Wendel; a, c die 8z.; a, d die 13z.; a, e die 21zählige; a, a′, a″ senkrechte Zeilen.

Fig. 17. Ein Stämmchen von *Bryum Schleicheri,* an welchem die Blätter nach 8/21 geordnet sind, um das Vierfache vergrössert. a, b die 5zählige Wendel; a, a′, a″ und b, b′, b″ die Zeile.

Taf. XXVII. Zapfen von *P. Picea* mit verschiedener Anordnung der Schuppen:

Fig. 1. mit 5/18 St.

Fig. 2. mit 13/47 St.

Fig. 3. mit (1/2) 5/16 St.

Fig. 4. mit (1/2) 13/42 St. a von der einen, b von der entgegengesetzten Seite gesehen.

Taf. XXVIII. Fig. 1. Z. von *P. Picea* mit (1/2) 8/26 St.

Fig. 2. Querbruch eines ähnlichen mit (1/2) 13/42 St.

Fig. 3. Eine Monstrosität der Gartennelke*) als Beispiel der (1/2) 1/4 St.

Fig. 4. Die Früchte von *Melaleuca hypericifolia*, in deren Anordnung man 8/21 St. erkennt. a, c die 2z. Wendel; a, d die 3z.; a, e die 5z.; a, f die 8z.; a, g, g′ die 13z.; a, h, h′ die 21zählige, senkrechte Reihe.

Fig. 5. Die Früchte von *Metrosideros linearis* nach 5/13 geordnet. Die Buchstaben stimmen mit denen der vorhergehenden Figur überein nur ist hier schon die Reihe g, g′, g″ senkrecht.

Fig. 6. Ein Kätzchen am *Corylus tubulosa*, dessen Schuppen 13/31 St. zeigen. a, b die 2zählige Wendel; a, c die 5z.; a, d die 7z.; a, e die 12z.; a, f die 19z.; a, a′, a″ die Zeile.

Fig. 7. Ein anderes mit der gewöhnlicheren 13/34 St. a, b die 2z. Wendel; a, c die 3z.; a, d die 5z.; a, e die 8z.; a, f die 13z.; a, g die 21z.; a, a′, a″ die 34z. senkrechte Reihe.

Fig. 8. Die Inflor. von *Banksia praemorsa* des Carlsr. Gartens. Die paarig stehenden Ringchen sind die Ueberbleibsel der abgeschnittenen Blüten. Die Stellung ist 2/17. a, a, a, a die 8zählige, b, b, b, b die 9z. Wendel.

Fig. 9. Ein Stück vom Stiel der Aehre des *Lycopodium clavatum*, woran die Blätter nach 2/11 geordnet sind. Die Blätter folgen sich in der Ordnung der Buchstaben; nur zwischen h und i ist ein gerade nach hinten stehendes und daher nicht sichtbares Blatt hineinzudenken.

Taf. XXIX. (IXXX.) Fig. 1. *Briza maxima*, deren Bracteen nach 1/2 geordnet sind.

Fig. 2. Aehre von *Scirpus uniglumis*, an welcher die Bracteen nach 2/5 geordnet sind. a, b die 2zählige, a, c die 3z. Wendel.

Fig. 3. Aehrchen von *Scirpus litoralis* mit 3/8 St. a die erste,

---

*) *Dianthus caryophyllus imbricatus Linn. hort. cliff.* Die Pflanze kommt bei dieser Monstrosität nicht über die Formation der der Blüte unmittelbar vorausgehenden und beim normalen Verlauf den Uebergang von Laub zum Kelch vermittelnden schuppenartiger Blätter hinaus.

b die zweite, d die vierte, f die sechste, g die siebente, i die neunte Bractea u. s. w.

Fig. 4. Aehrchen von *Sc. mucronatus* mit 3/8 St. a, b die 2zählige, a, c die 3z., a, d die 5z., a′, a″ die 8zählige (senkrechte) Reihe.

Fig. 5. Aehre von *Sc. palustris* mit 8/21 St.

Fig. 6. Aehre von *Restio aristatus* Thunb. (Sieber fl. cap. 113.) mit 5/13 St. der Bracteen. a, b die 8zählige Wendel.

Fig. 7. Ein Zweig von *Sedum acre*, dessen Blätter nach 5/13 gestellt sind.

Fig. 8. Zapfen von *Protea argentea*. Die Bezifferung der für die Bestimmung der Blattstellung entscheidenden Blätter und die Hervorhebung einiger Blattreihen durch Linien machen 13/34 St. kenntlich.

Fig. 9. Blütenkopf von *Cnicus radiatus* W. K. Die Hüllblättchen sind nach 8/21 geordnet. In der Richtung a, b sieht man die 8z., in der R. c, d die 13zähligen Wendeln.

Fig. 10. *Serratula cynaroides* De Cand. (*Cnicus Cynara* Lam.) deren Hüllblättchen nach 55/144 gestellt sind. a, b Richtung der 21zähligen; c, d R. der 34zähligen Wendeln.

Taf. XXX. Fig. 1. Anordnung der Stockblätter von *Plantago media*, wie man aus der Bezifferung (welche der Bequemlichkeit des Zählens halber von Innen ausgeht) sieht, nach 3/8.

Fig. 2. Durchschnitt der Blattstiele von *Raphanus sativus* dicht oberhalb des Redigs. Zeigt gleichfalls 3/8 St.

Fig. 3. Ein Cyclus der nach 4/11 geordneten Blätter von *Dicranum multisetum* (von Unten gesehen).

Fig. 4. Das Involucrum von *Tragopogon pratense* von der Aussenseite. Die gegenseitige Deckung der Blättchen verräth 3/8 Stellung.

Fig. 5. 6. Involucra von *Scorzonera hispanica* nach 2/5 St.

Fig. 7. 8. Die Schemata dazu.

Taf. XXXI. Fig. 1. Kelch von *Rosa canina*. Die Stellung der Kelchblätter nach 2/5.

Fig. 2. Kelch von *Rubus caesius calycanthus Schimper*.

Fig. 3. Blume (und Kelch) von *Ranunculus Ficaria* von Oben gesehen. Die gegenseitige Deckung der Blumenblätter zeigt 3/8 Stellung an.

Fig. 4. Kelch der Gartennelke von 5 verschiedenen Seiten gesehen.
Fig. 5. Die Deckung der Zähne dieses Kelchs, welche auf 2/5 Stellung hinweist.
Fig. 6. zeigt die Art des Uebereinandergreifens der freien Blattspitzen eines 5zähligen Perigoniums von *Hyacinthus botryoides.*
Fig. 7. Die Stellung der Staubblätter von *Anemone ranunculoides*, 14 Tage vor der Entfaltung der Blüte betrachtet. Man sieht in der Richtung a, b die 2z. Wendeln; in d. R. c, d die 3z.; e, f die 5z.; g, h die 8z.; i, k die 13zähligen, senkrechten Reihen.
Fig. 8. Die Frucht von *Adonis aestivalis.* Die Stellung der Carpellen ist nach 5/13. Die Linie m gibt die Richtung der 3z. Wendeln an; die Linie n die der 5zähligen. a, b die 8z. Wendel; a, a′, a″ und b, b′, b″ senkrechte Zeilen.
Fig. 9. Eine Blüte von *Aronia canadensis.*

Taf. XXXII. Blütenrisse:
Fig. 1. Cruciferenblüte.
Fig. 2. *Butomus.*
Fig. 3. *Passiflora.*
Fig. 4. *Aquilegia.*
Fig. 5. 6. *Acer.*
Fig. 7. *Nigella.*
Fig. 8. *Pyrus.*

Bei allen diesen ist der Kelch blau, die Blume roth, die Staubblätter gelb, Carpellen und Peduncularblätter grün gefärbt. Vereinigung zweier Farben an demselben Gebilde (bei Fig. 6.) zeigt ein Schwanken zwischen zwei Formationen an.

Taf. XXXIII. Fig. 1. Ein Stück Stengels von *Laserpitium latifolium* mit dem unteren Theil einer Blattscheide.
Fig. 2. *Menyanthes trifoliata,* um die spiralige Einrollung der Scheiden zu zeigen.
Fig. 3. Grundriss dieser Rollung.
Fig. 4. Rollung der Scheide von *Arundo Phragmites.*
Fig. 5. Grundriss davon.

Taf. XXXIV. Fig. 1. 2. 3. Rollung der Scheiden von *Elegia iuncea.*
Fig. 4. Dieselbe im Grundriss.

Fig. 5 6. 7. Verschiedene Ansichten eines Aestchens von *Casuarina stricta*, an welchem die wirtelige Stellung der Blätter in eine fortlaufend-spiralige übergeht. a. Anfang des letzten in die Spiralstellung übergehenden Blattwirtels; b und c das Ende desselben, das zwölfte Blättchen, an welches das 13te, mit welchem im normalen Zustand ein neuer Wirtel beginnen würde, sich unmittelbar anschliesst.

Taf. XXXV. bis XLVI. Schemata verschiedener Blattstellungen, welche keiner weiteren Erklärung bedürfen.

Taf. XLVII. (IIIL.) Schema der 55/144 Stellung. Die ganze Kreissfläche ist durch 144 Radien (die Richtungen der Blätter anzeigend) in eben so viele Intervalle eingetheilt. Die zwischen je 2 concentrischen Kreisen befindlichen Räume sind nicht einfache Zwischenstellen, sondern bis zum 25ten Kreiss beträgt jeder Kreisszwischenraum 20 Interstitien, innerhalb des 25ten aber nur mehr 10. Daher kommen auf den Raum von einem Kreiss bis zum folgenden immer 20 Zahlen zu stehen bis zur Zahl 480, welche auf dem 25ten Kreiss steht, über welchem nur noch 10 Zahlen auf einen Kreisszwischenraum kommen. Eine solche grössere Auseinanderschiebung der Stellung gegen das Centrum der Inflorescenz war nicht nur der Deutlichkeit wegen nöthig, sondern entspricht auch der Natur, und erklärt uns das Phaenomen, dass auf den Anthoclinien der *Compositae* in der Umgegend des Centrums meist andere, weniger-zählige Wendeln deutlich hervortreten als in der Nähe der Peripherie. Um ein vollkommen den natürlichen Verhältnissen der Anordnung der Blütchen auf der Scheibe der Sonnenblume oder des *Buphthalmum cordifolium* entsprechendes Bild zu erhalten, hätten wir die Interstitien noch kleiner annehmen müssen, denn während bei dem natürlichen Vorkommen der 55/144 St. bei den genannten Pflanzen die 55zähligen und 89zähligen Wendeln die sichtbarsten sind, treten auf unserer Tafel die 34zähligen neben den 55z. am meisten hervor.

Taf. XLVIII. (IIL.) Figuren zur Versinnlichung der eigentlichen Umläufe der Blattstellung.

Taf. XIL. (IL.) Auftragung und Massangabe der Winkel für die wichtigsten vorkommenden Divergenzen.

Taf. L. Tabellarische Anordnung der Brüche zur Uebersicht der Divergenzen, zur Beurtheilung ihrer Verschiedenheit und Aehnlichkeit und der Art ihrer Verwandtschaft. Bei der hier gewählten Anordnung treten besonders die Annäherungszüge (als asymptote Curven) deutlich hervor, weniger die Verwandtschaftsketten. Letztere würden besser hervorgehoben, wenn die Anordnung nicht nur in horizon-

taler, sondern auch in verticaler Richtung geometrisch wäre, eine Einrichtung, die ich aber wegen der Schwierigkeit der Ausführung scheute.

Druckfehler und Verbesserungen.

Seite 115 Zeile 11 von Oben statt Tab. XIV. lies Tab. XI.
— 199 — 6 statt der Schwarzfohre lies der *Pinus Pinaster*
— 205 — 14 — aber lies eben
— 207 — 16 u. 17 statt das Reihen lies der Reihen
— 215 — 19 statt dieses lies dieser
— 218 — 5 — flacher werdende lies sachtere
— — — 19 — flacher lies sachter
— 221 — 1 — Mittelreihe lies Mitreihe
— 224 — 6 — kleineren lies kleinen
— 225 — 25 — Gleichförmigkeit lies Gleichmässigkeit
— 228 — 13 — Nebenreihen lies Mitreihen
— 236 — 20 — Intervallen lies Intervalle
— — — 21 — der Linie lies die Linie
— 238 — 23 — vermitteln lies ermitteln
— 240 — 20 — Reihen lies Blattreihen
— 252 — 11 von Unten statt o/13; lies 1/13.
— 255 — 14 von Oben statt 8 Gl.; bei lies 8 Gl. bei.
— 262 — 6 — — die Worte uns für sind auszustreichen.
— 277 — 10 von Unten statt *Criphaea* lies *Cryphaea*.
— 278 — 11 von Oben statt *Encalypta*, *streptoearpa* lies *Encalypta streptocarpa*.
— 292 — 12 v. Unten statt in der Deckung als in der lies aus der Deckung als aus der
— — — 5 v. Unten statt in München lies bei München.
— — — 3 v. Unten statt ganz lies ganz petaloidisch.
— 313 — 7 v. Oben statt normalem lies abnormem.
— 322 — 1 — — hinter Weiden, die ist einzuschalten Piperaceen.
— 331 — 16 von Oben statt 2/42 lies 2/41.
— 336 — 7 von Unten statt (nicht 5/32) lies (nicht 5/28).
— 340 — 13 u. 14 v. Unten statt: die Stellung der Blätter in 3 gl. alt. Wirtel lies: findet man häufig die Stellung der Blätter, wo sie 3 gl. alt. Wirtel bildet,«
— 346 — 2 v. Unten statt »sahen« lies »sehen«.
— 353 — 10 v. Oben statt Gallien lies Galien.
— 374 — 7 — — — 8V13/43 — 8V13/42.
— 374 — 5 v. Unten — 1/n. 5 lies 2/n. 5.
— 374 — 4 — — — 1/n. 8 lies 3/n. 8.
— 382 — 13 v. Oben statt: Staubträger lies: Staubblätter
— 386 — 9 v. Unten — Fortschreitens, der lies: Fortschreitens der
— 387 — 7 — — — Baummaass lies: Raummaass
— 389 — 14 — — — solchen lies: solchen mit
— 398 — 1 — — — artiger lies: artigen

Gedruckt bei C. F. Thormann in Bonn.

Fig. 1.

Fig. 2.

Fig. 1.

Fig. 2.

Fig. 3.

Fig. 1.

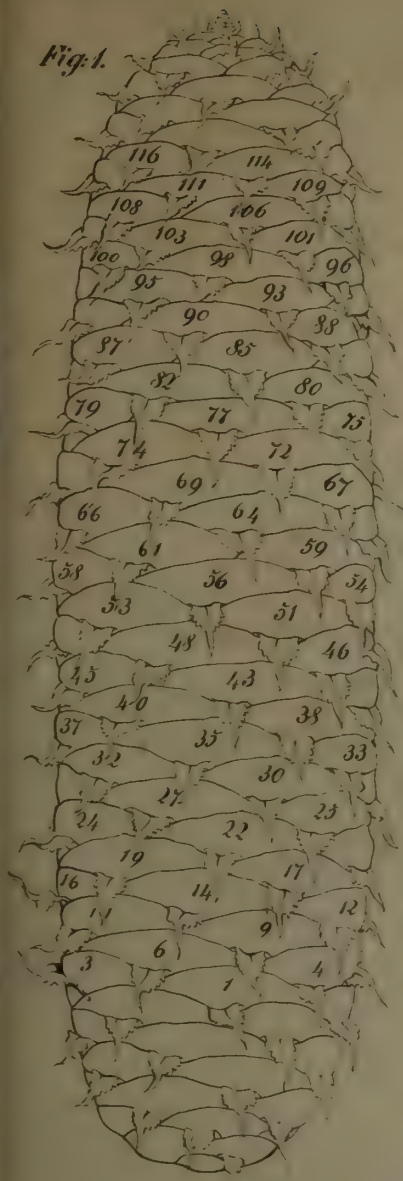


Fig. 2.

Fig. 3.

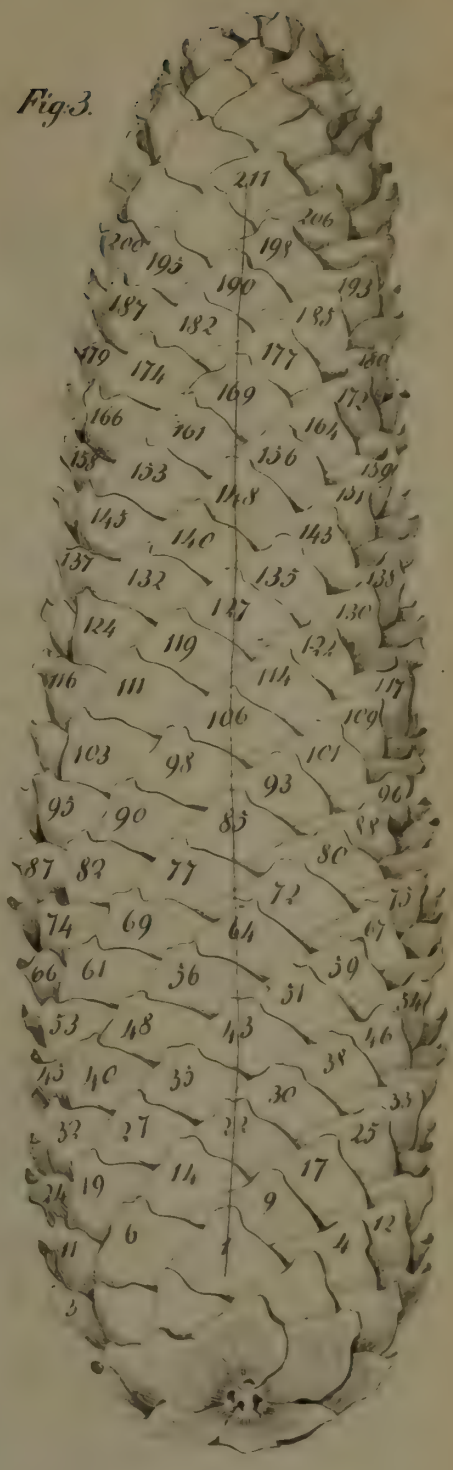
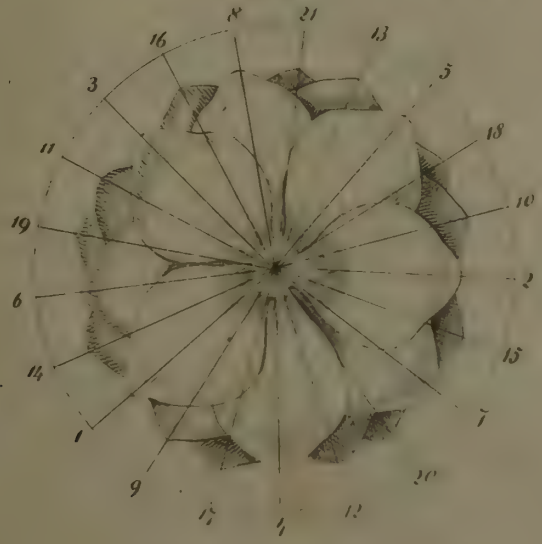


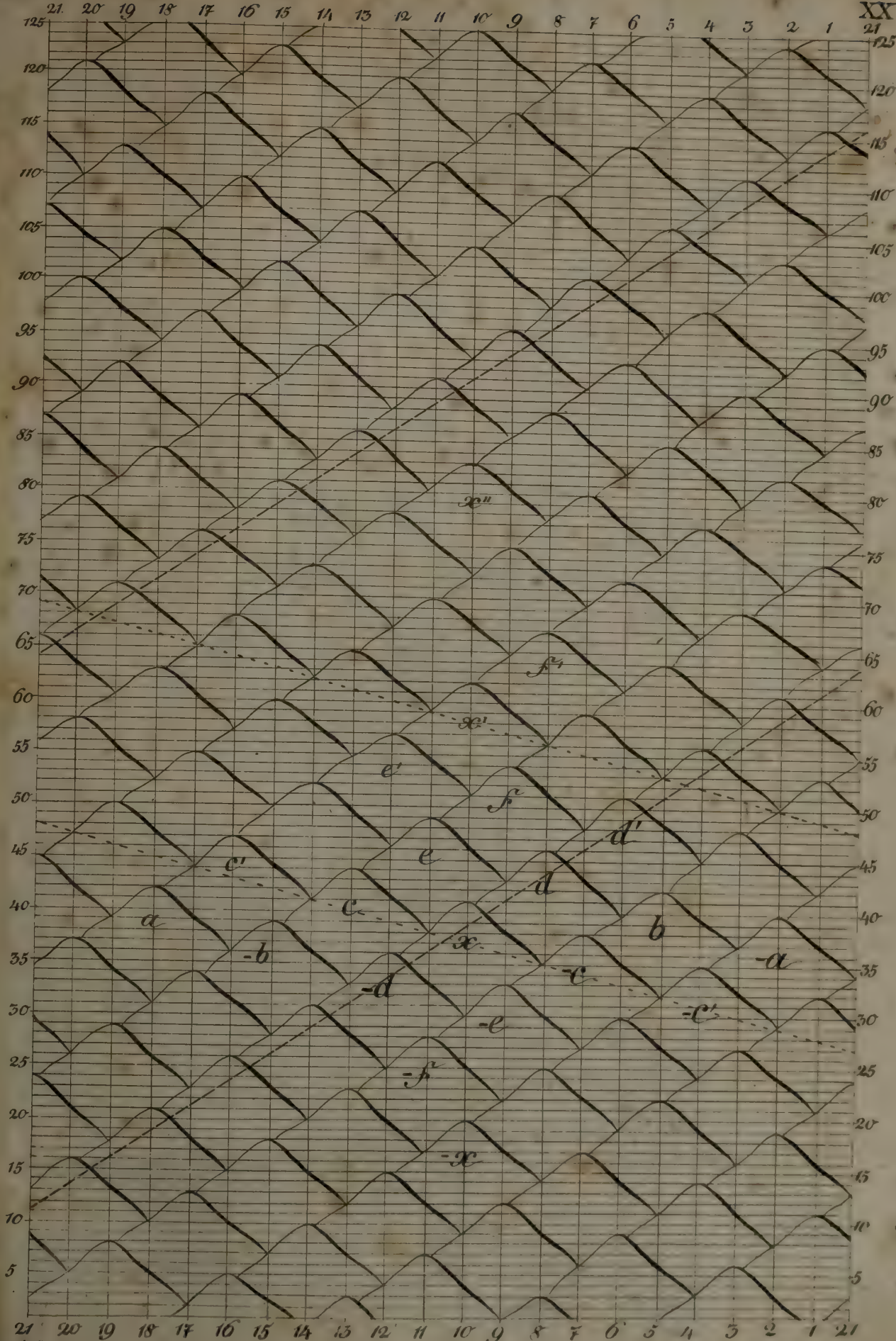
Fig. 4.



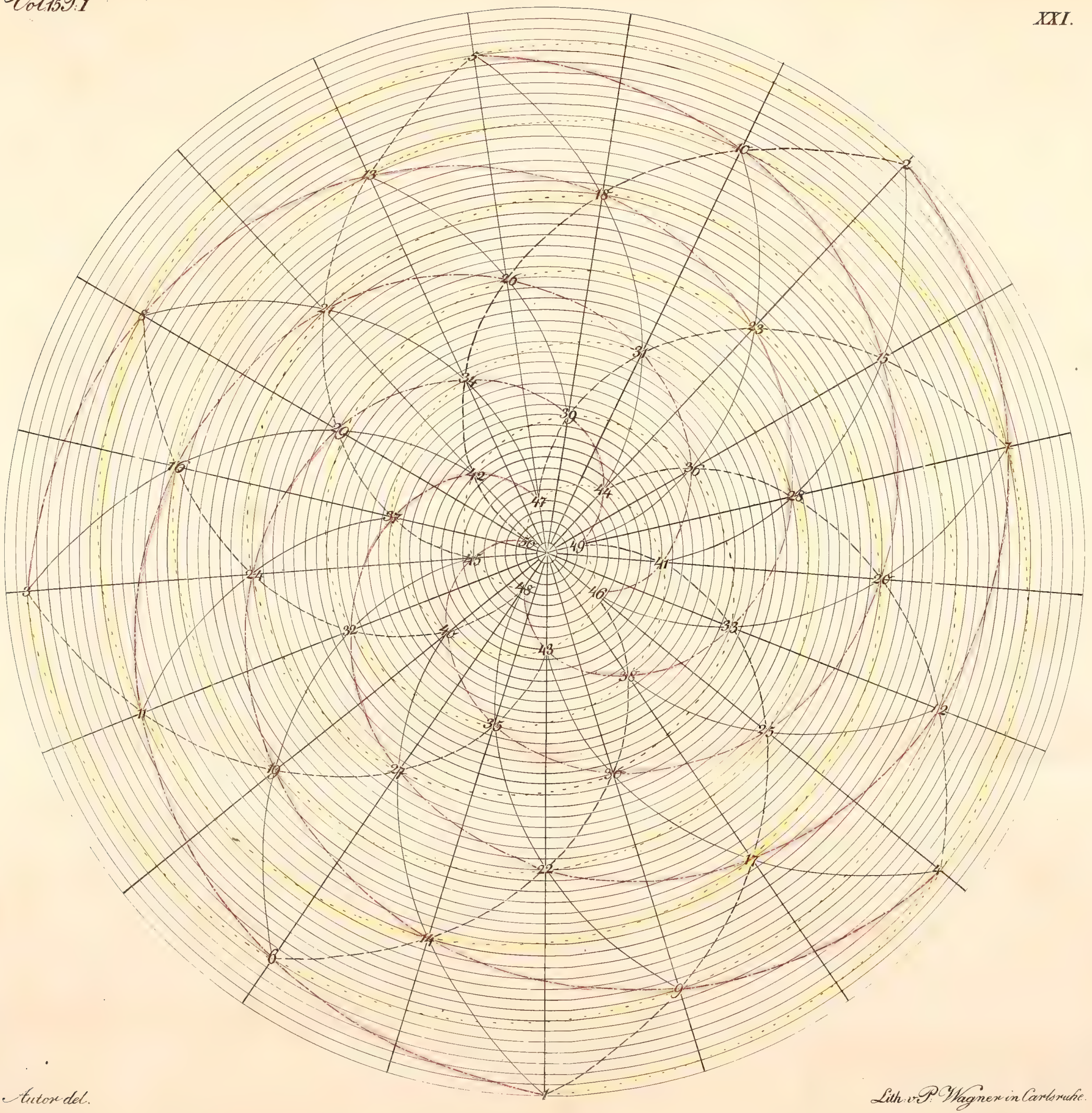
C. Braun del.

Vol 15 Pl

XX.



Autor del.



Autor del.

Lith. v. P. Wagner in Carlsruhe.

Fig. 1.

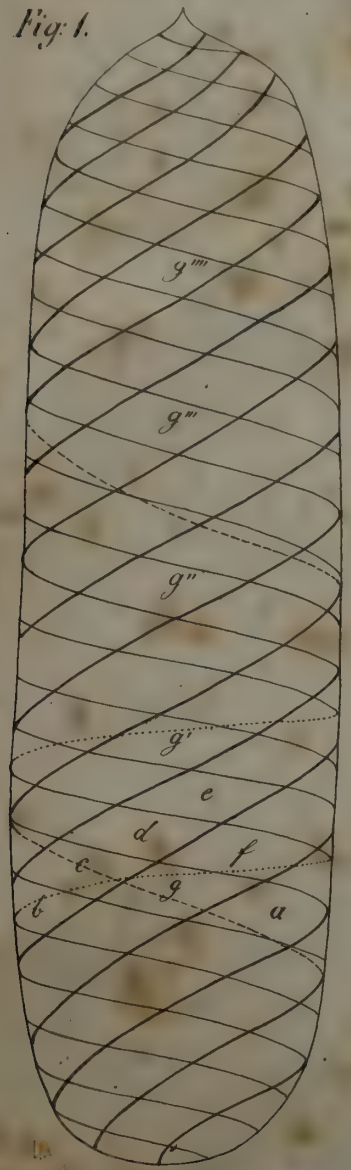


Fig. 2.

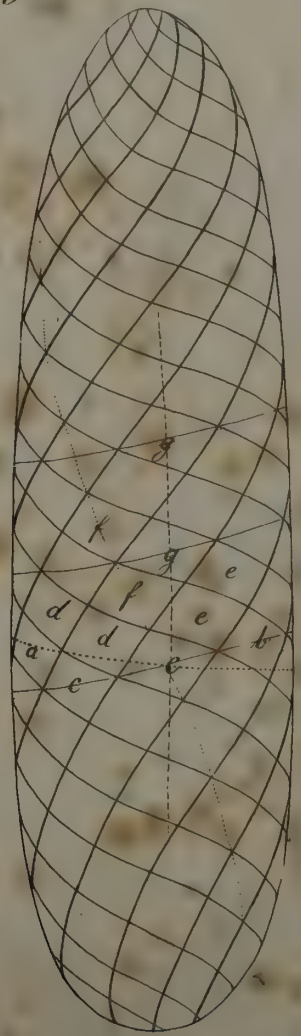


Fig. 3.

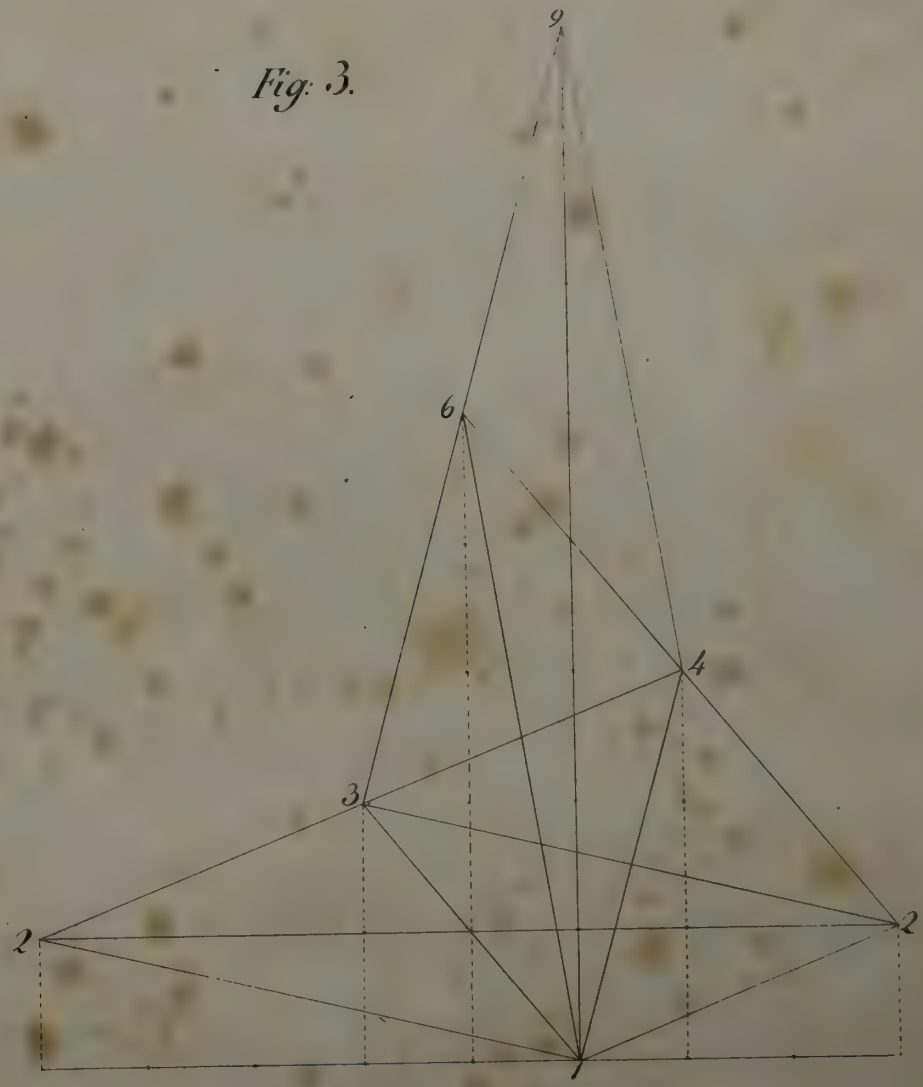


Fig. 1.

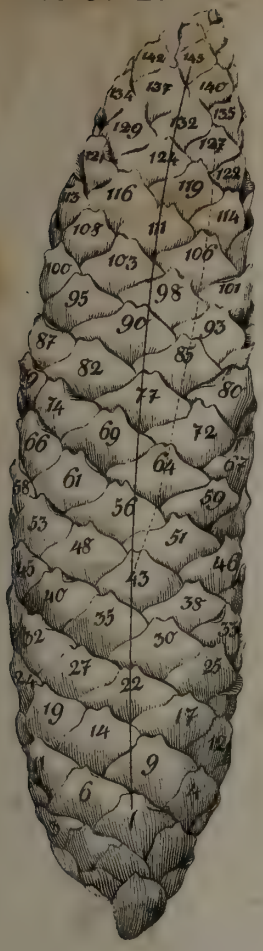


Fig. 2

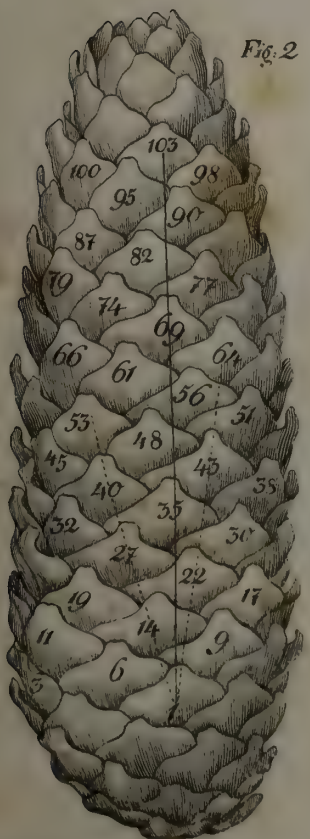


Fig. 4.

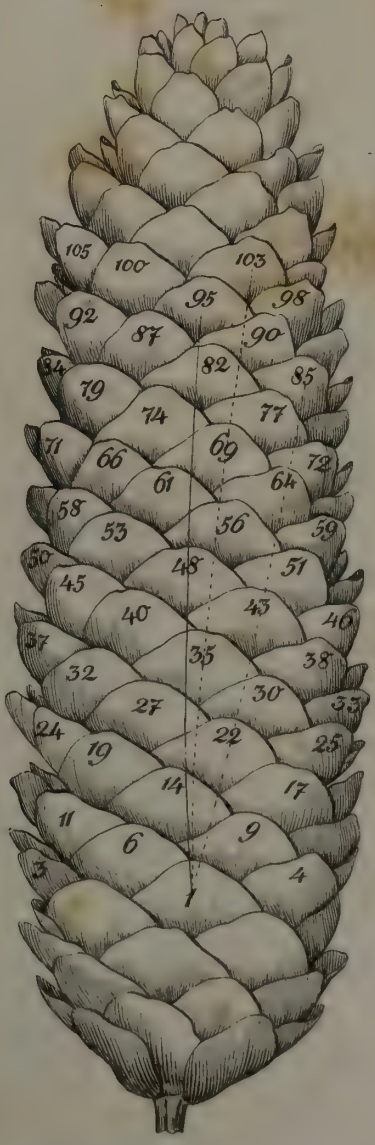


Fig. 3

C. Braun del.

Lith. v. P. Wagner in Carlsruhe

Fig. 1.

Fig. 2.

Fig. 5.

Fig. 3.

Fig. 4.

C. Braun del.

Luh v. P. C. Wagner i. Carlsruhe.

Fig. 1.

Fig. 2

C. Braun del.

Fig. 1.

Fig. 2.

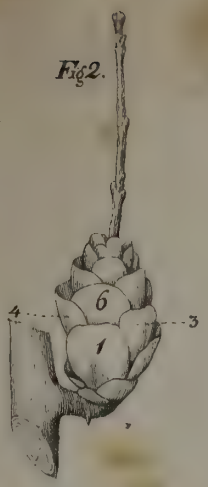


Fig. 3.

Fig. 4.

Fig. 5.

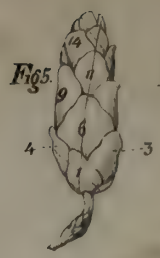


Fig. 6.

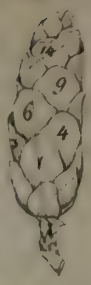


Fig. 7.

Fig. 8.

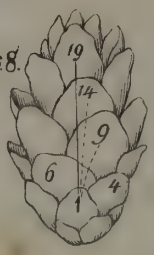


Fig. 9

Fig. 10.

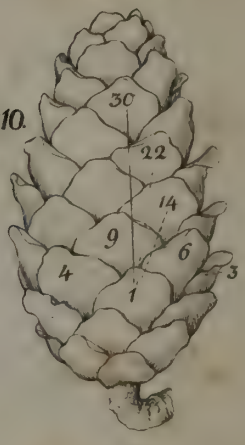


Fig. 11.

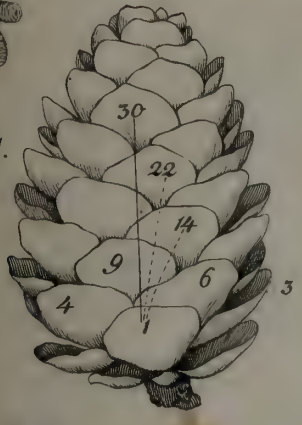


Fig. 12.

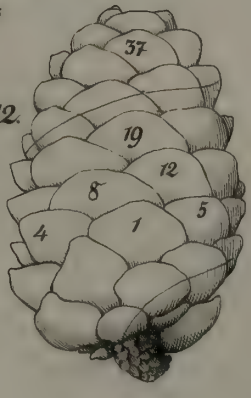


Fig. 13.

Fig. 14.

Fig. 15.

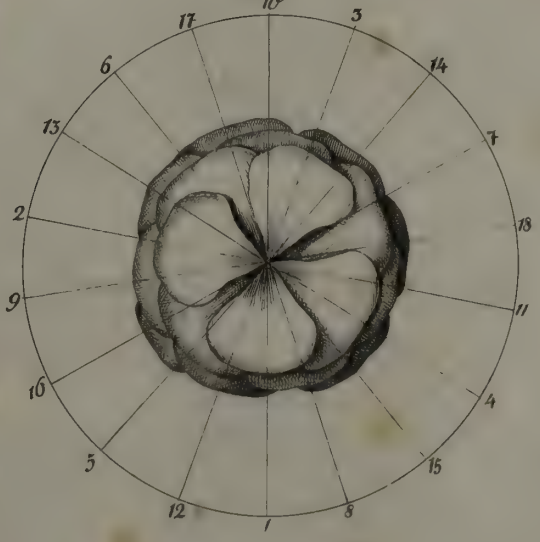
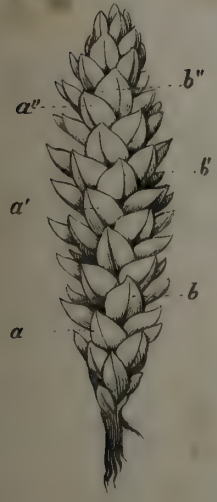


Fig. 16

Fig. 17.



C. Braun del.

Fig. 1.

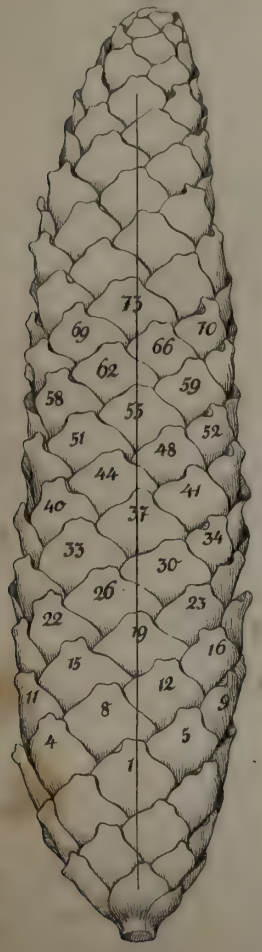
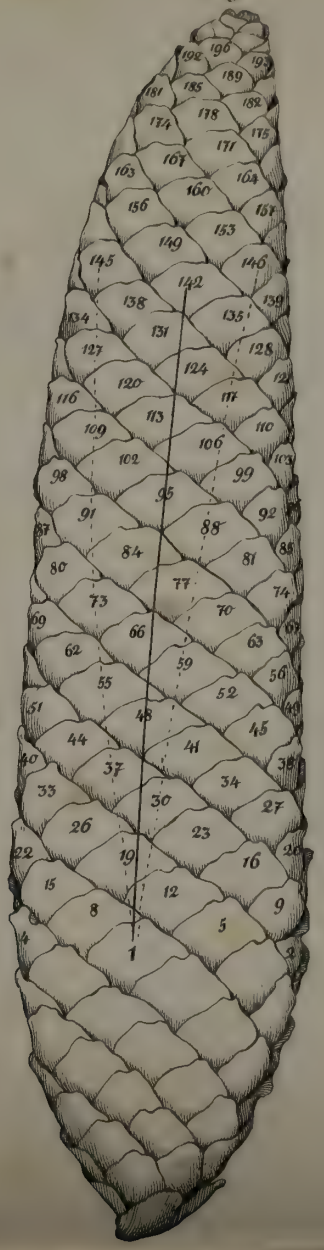


Fig. 2.



a

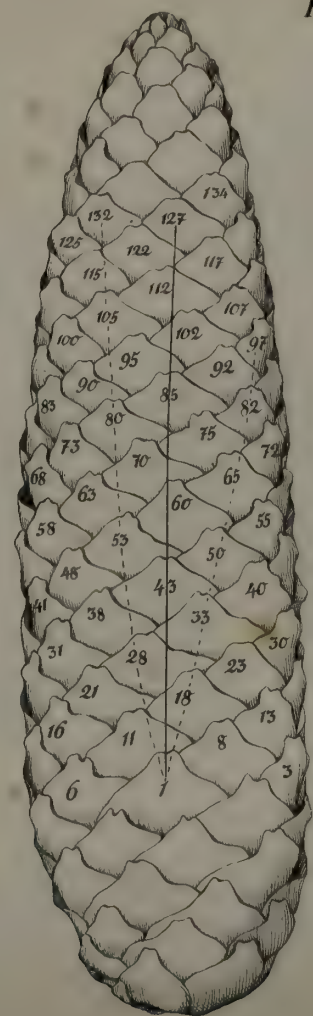


Fig. 4.

b

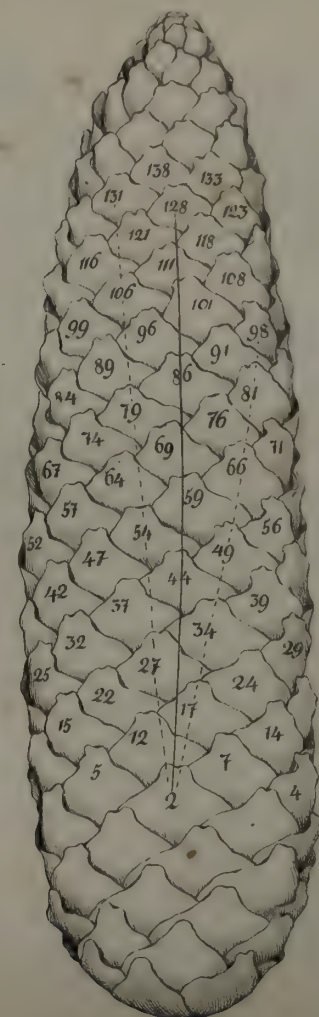


Fig. 3

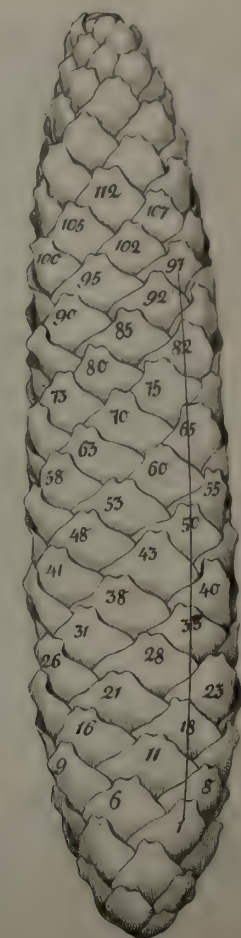


Fig: 1.

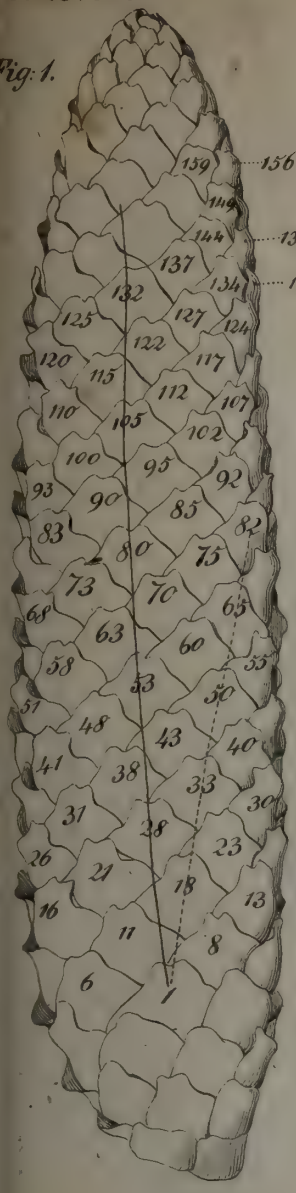


Fig: 3.

Fig: 4.

Fig: 5.

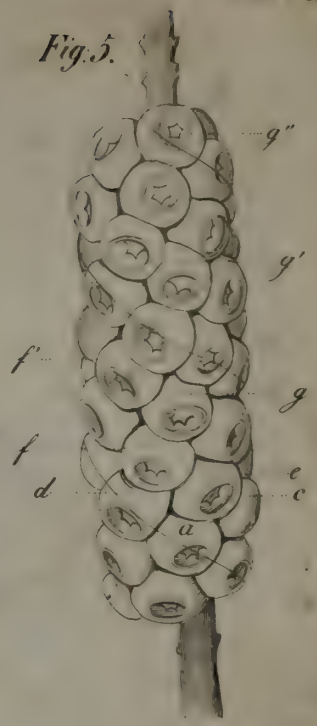


Fig: 6.

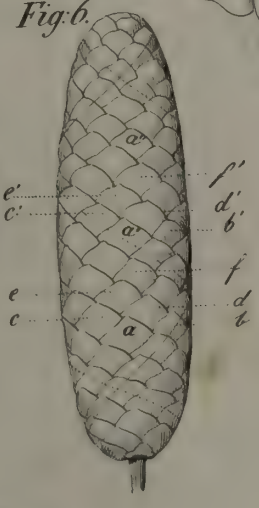


Fig: 8.

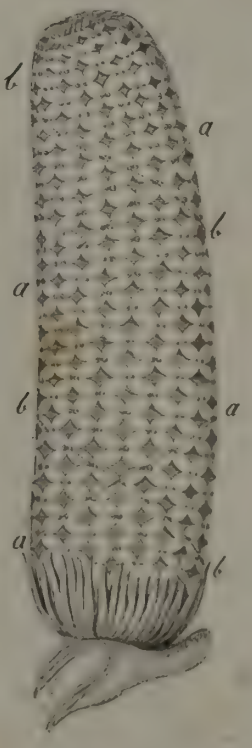


Fig: 9.

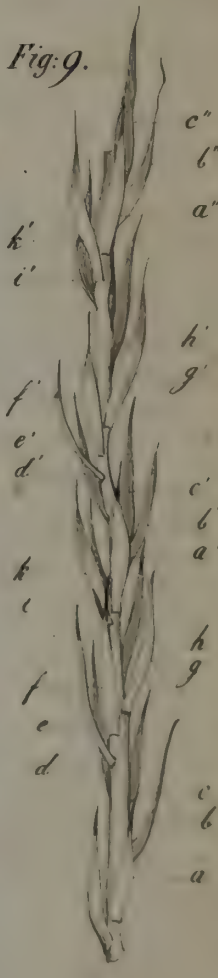


Fig: 2.

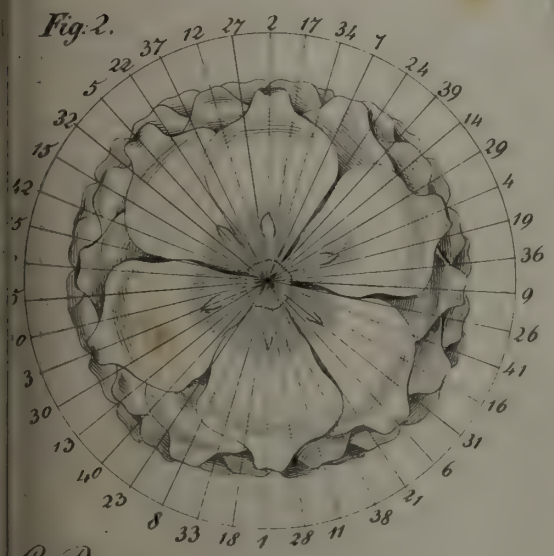
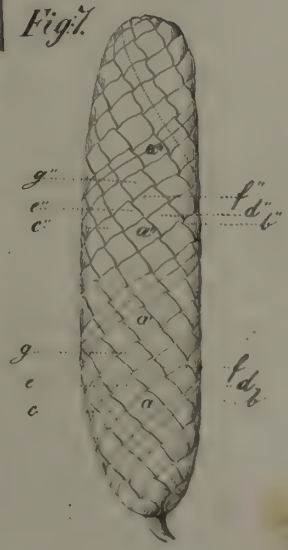


Fig: 7.



C. Braun del.

Lith. v. J. Wagner in Chur.

Fig. 1.

Fig. 2.

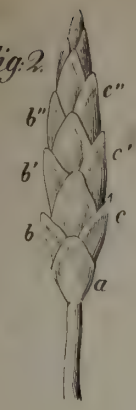


Fig. 3.

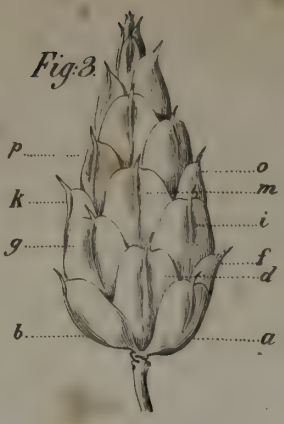


Fig. 4.

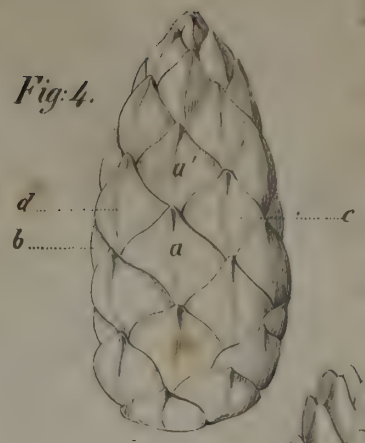


Fig. 5.

Fig. 6.

Fig. 9.

Fig. 7.

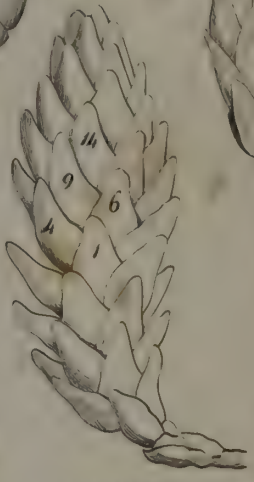


Fig. 8.

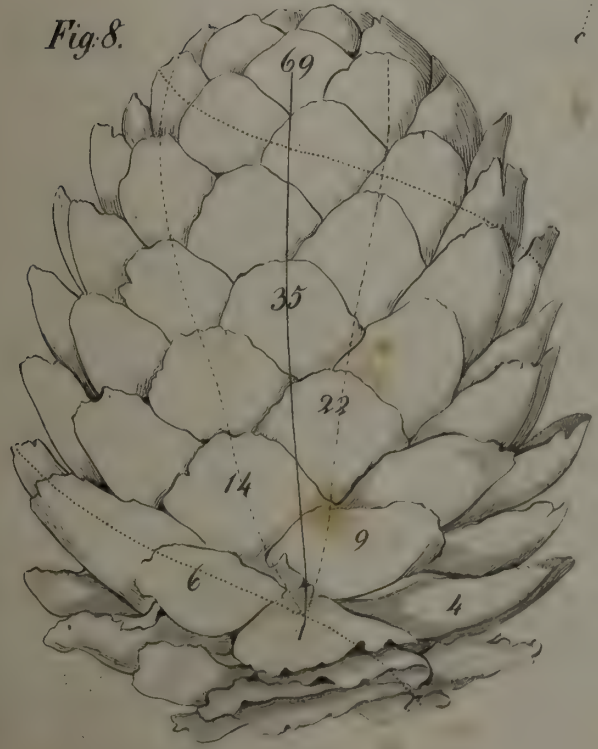


Fig. 10.

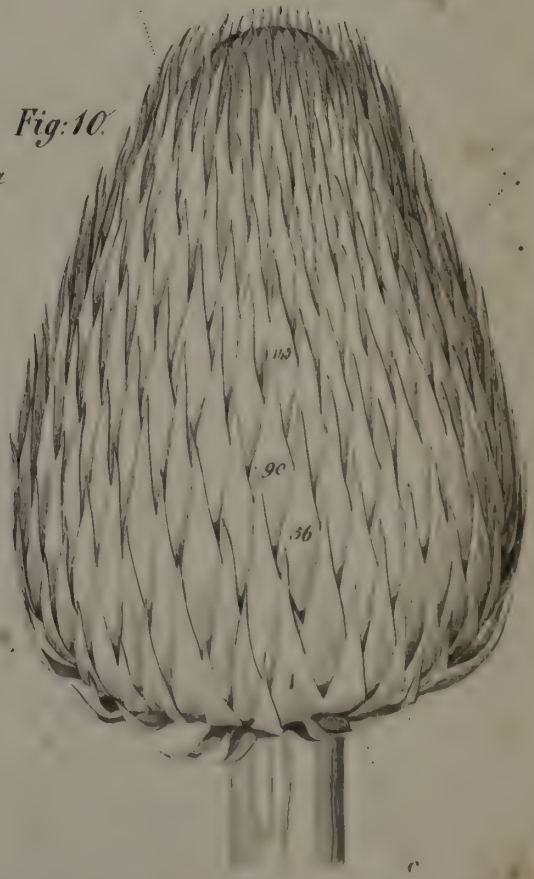


Fig: 1.

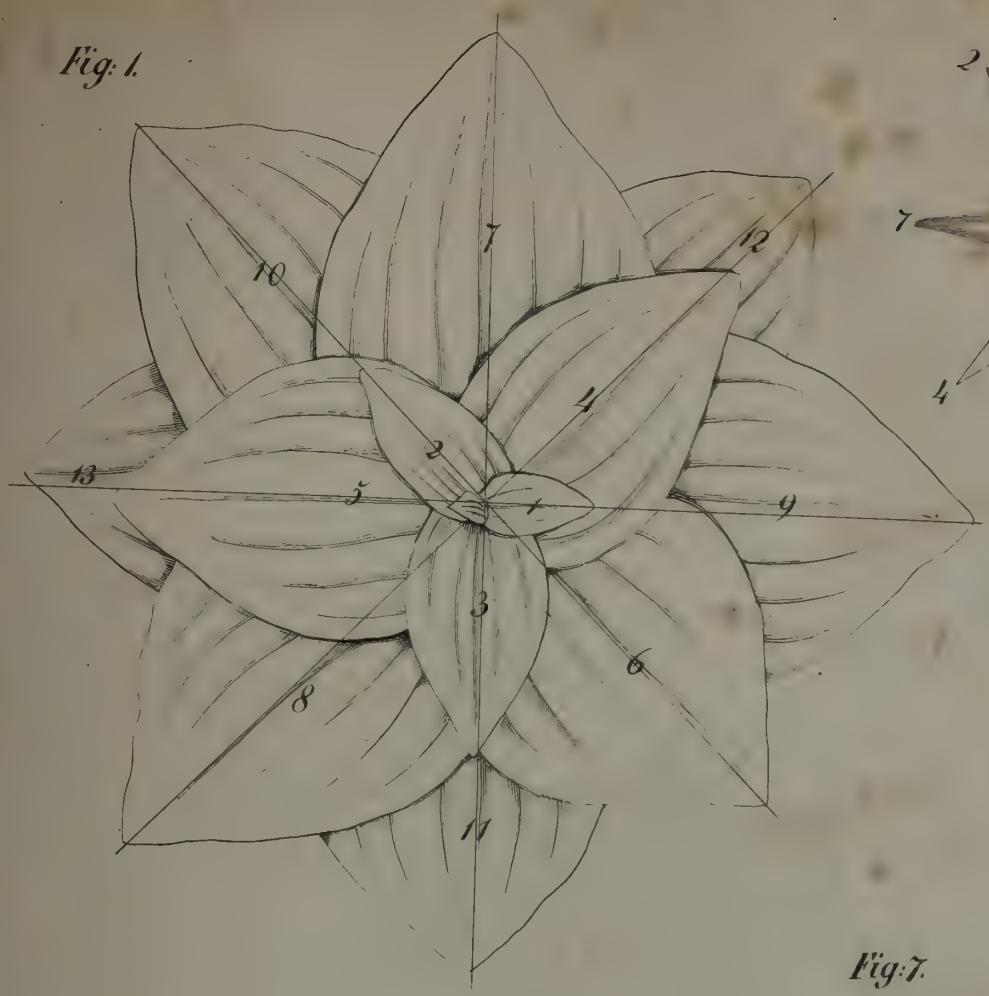


Fig: 4.

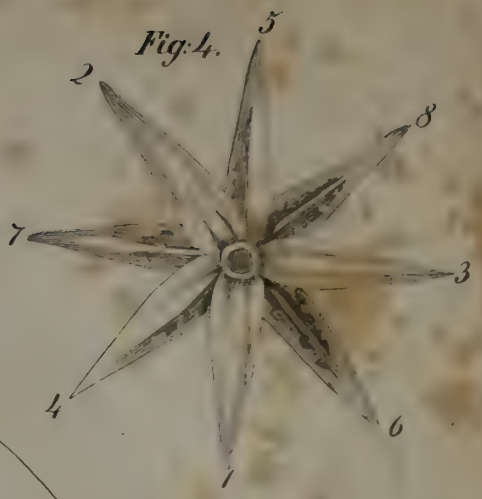


Fig: 5.

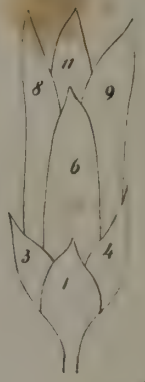


Fig: 6.

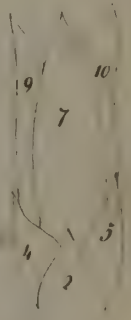


Fig: 7.

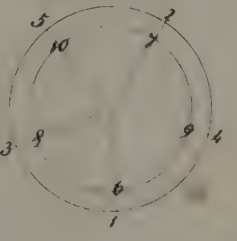


Fig: 8.

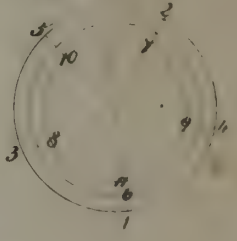


Fig: 3.

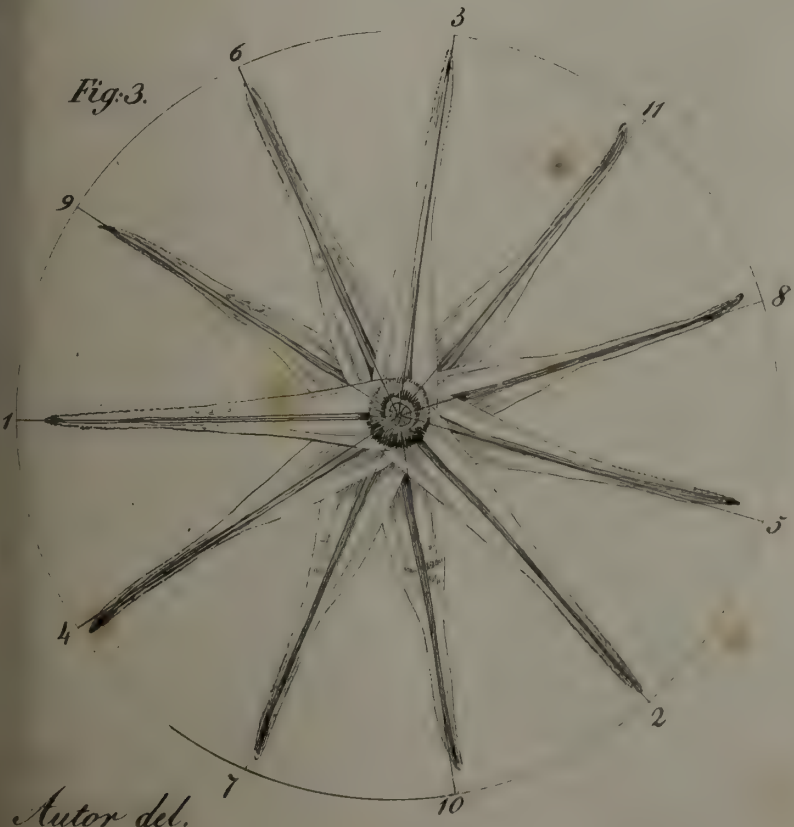
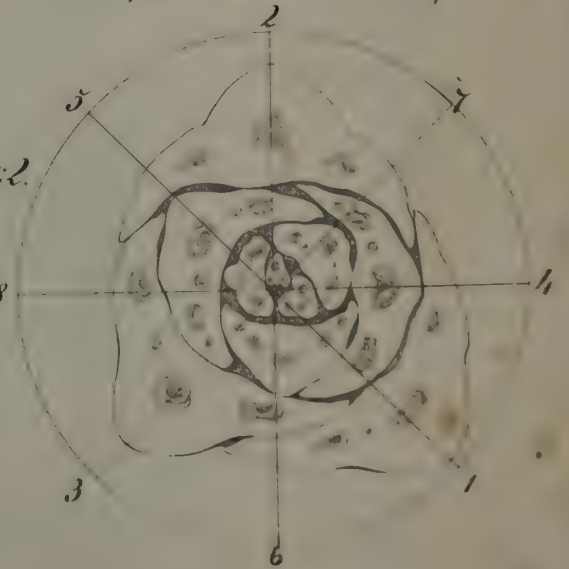


Fig: 2.



Autor del.

Lith. v. P. Weigand in Carlsruhe.

Fig. 1.

Fig. 2.

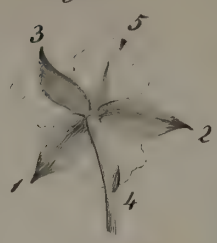


Fig. 3.

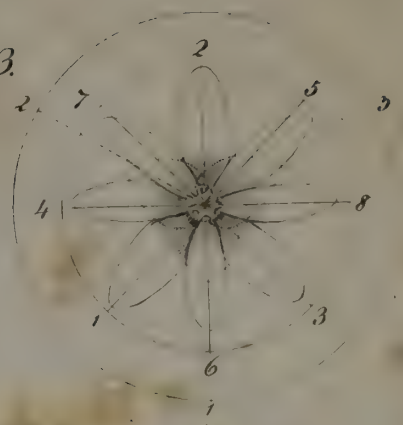


Fig. 5.

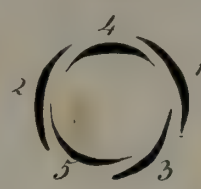


Fig. 4.

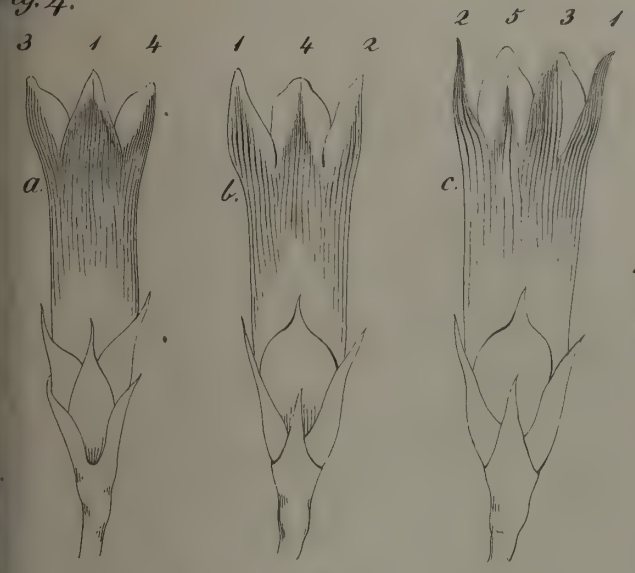


Fig. 6.

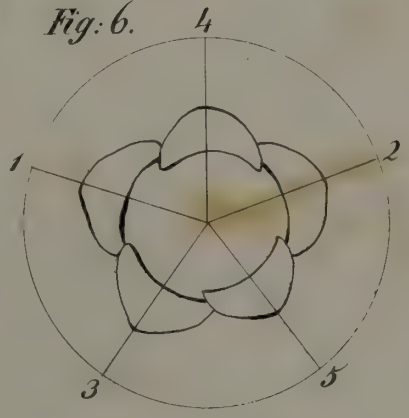


Fig. 8.

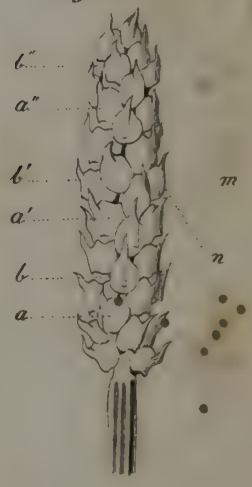


Fig. 7.

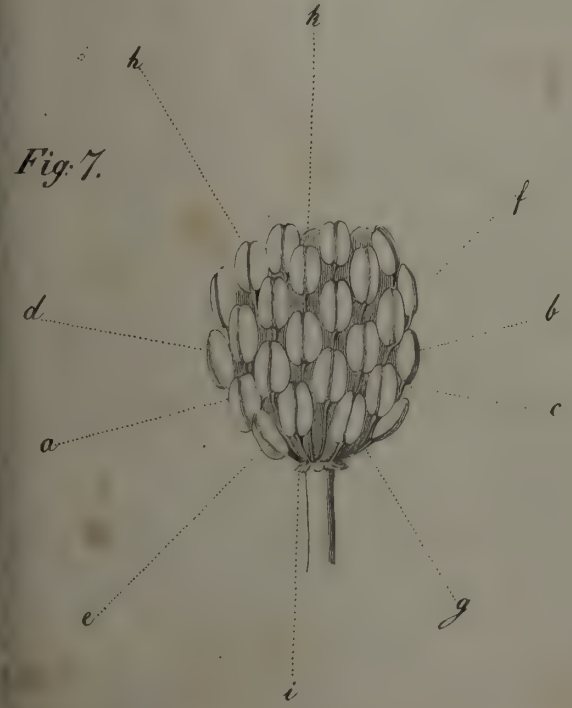


Fig. 9.

Tutor del.

Fig. 1.

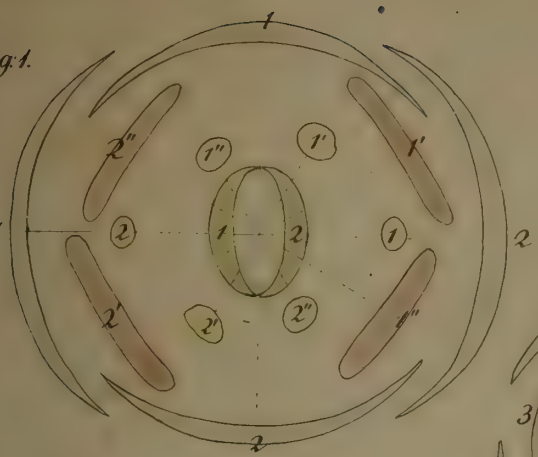


Fig. 2.

Fig. 5.

Fig. 3.

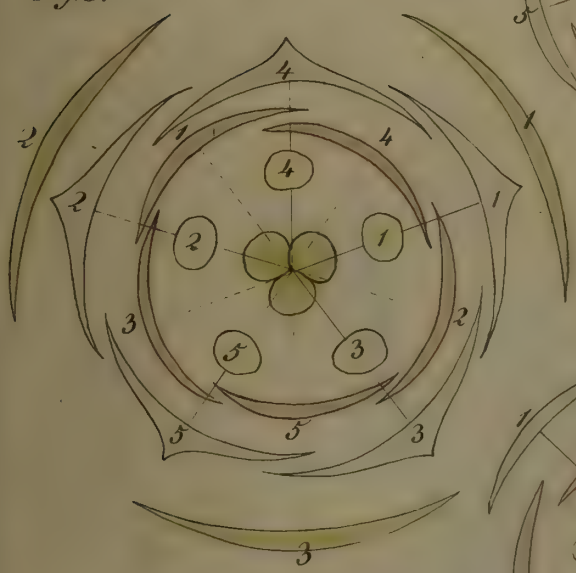


Fig. 4.

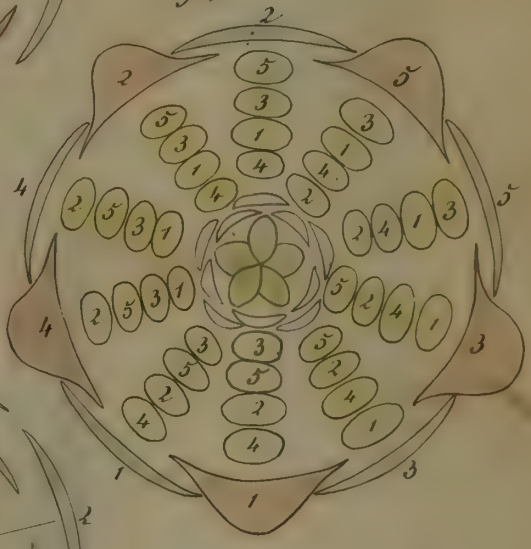


Fig. 6.

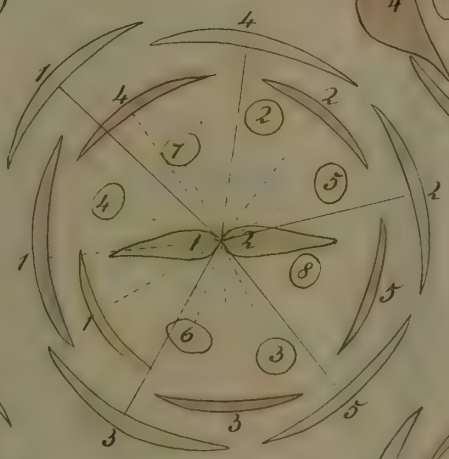


Fig. 7.

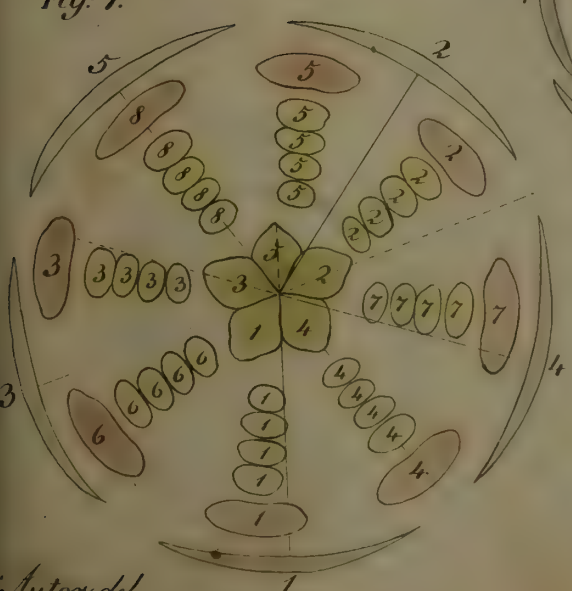
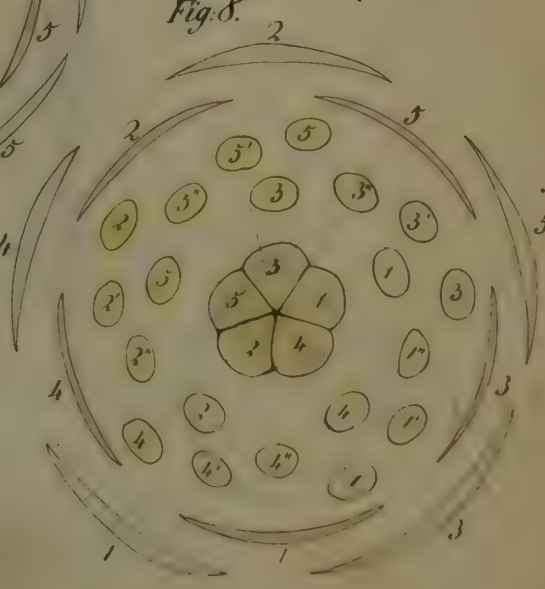


Fig. 8.



Autor del.

Fig. 1.

Fig. 2.

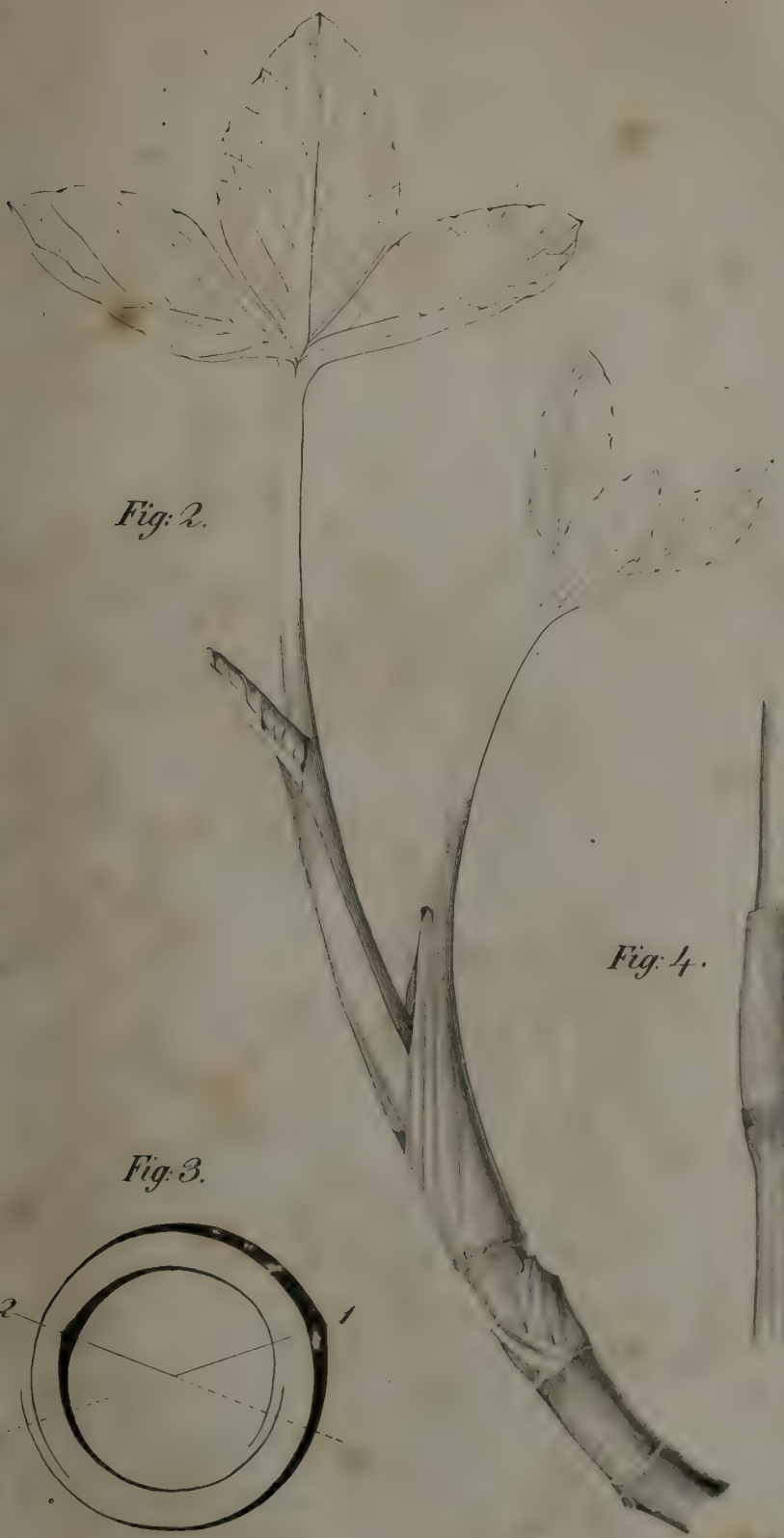


Fig. 4.

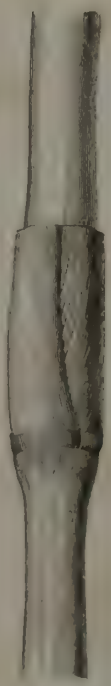
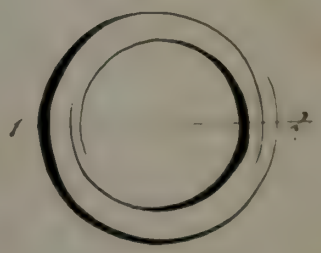


Fig. 3.

Fig. 5.



C. Braun del.

Fig: 1.

Fig: 2.

Fig: 3.

Fig: 5.

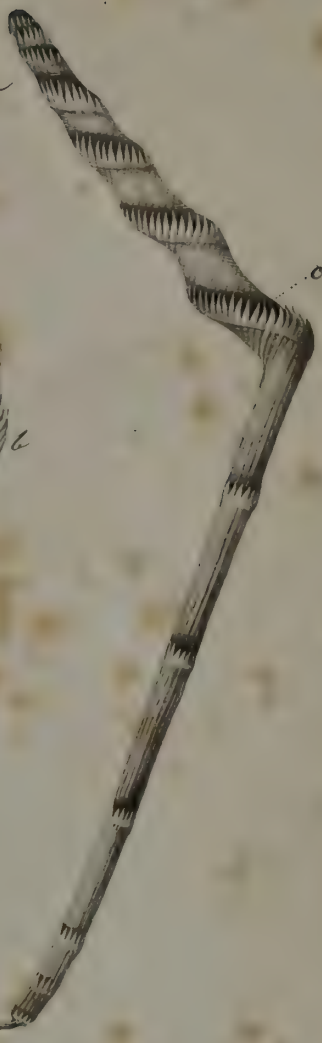


Fig: 7.

Fig: 4.

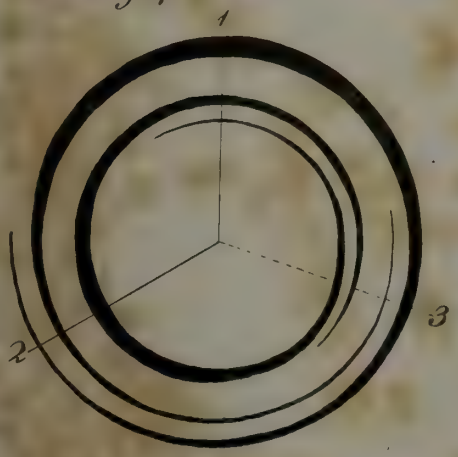


Fig: 6.

Fig. 1.

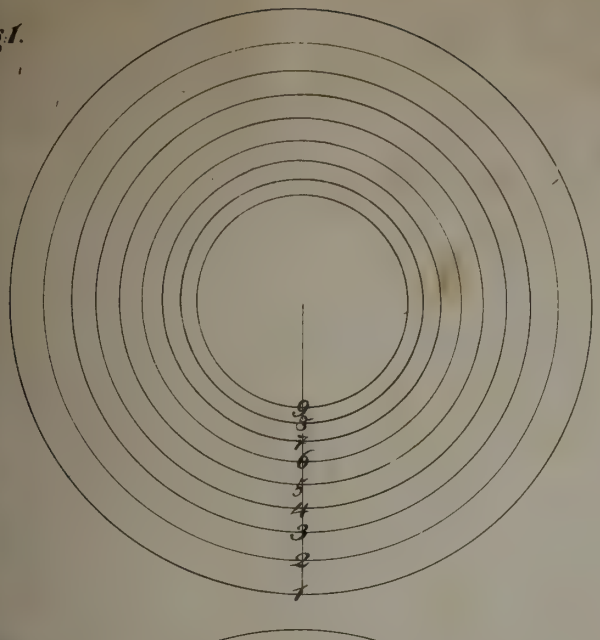


Fig. 2

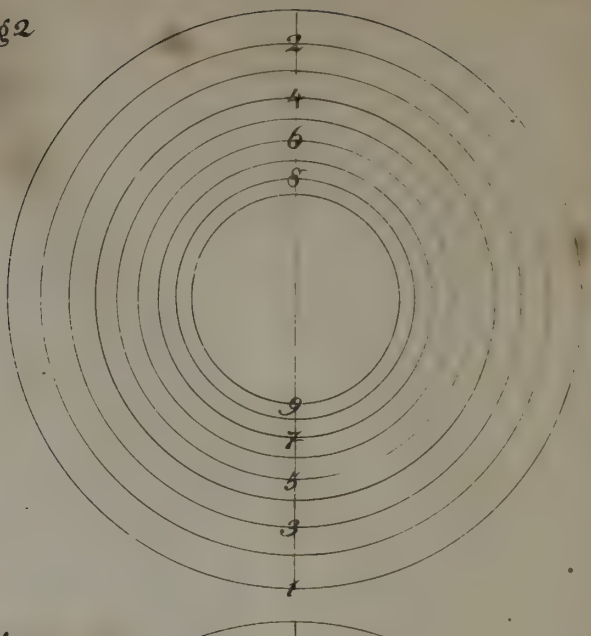


Fig. 3

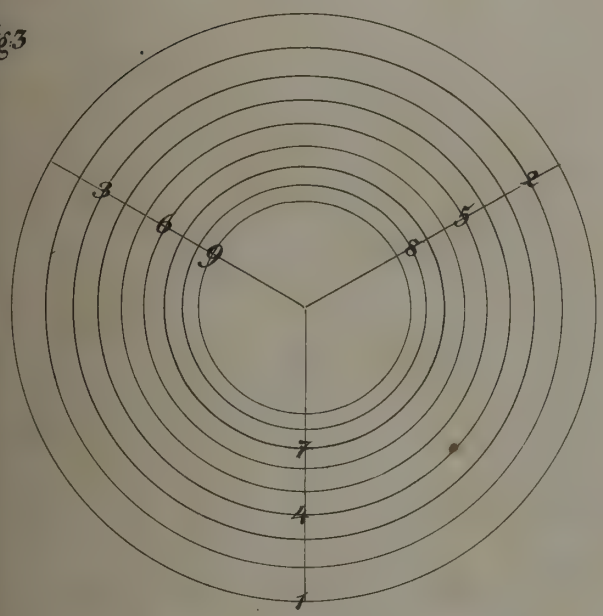


Fig. 4.

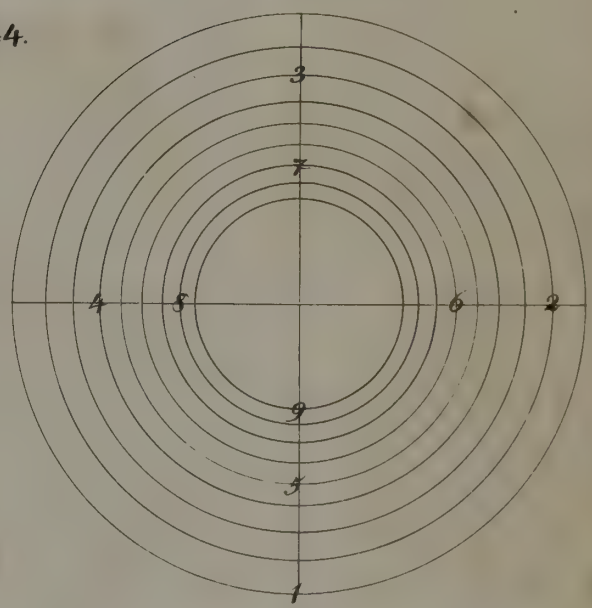


Fig. 5.

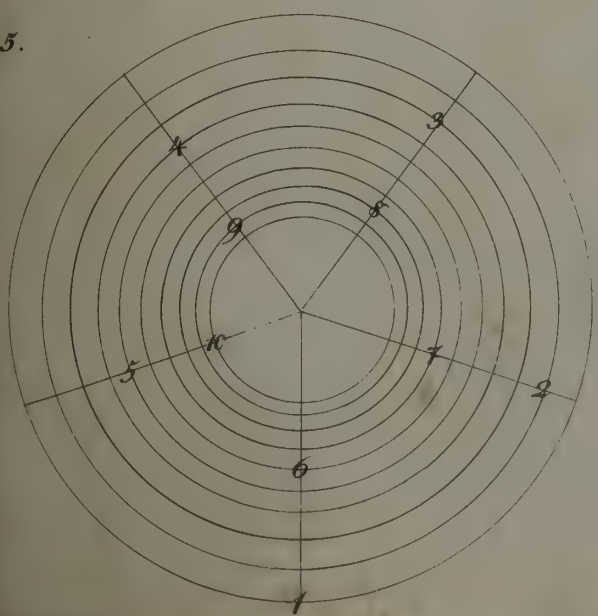
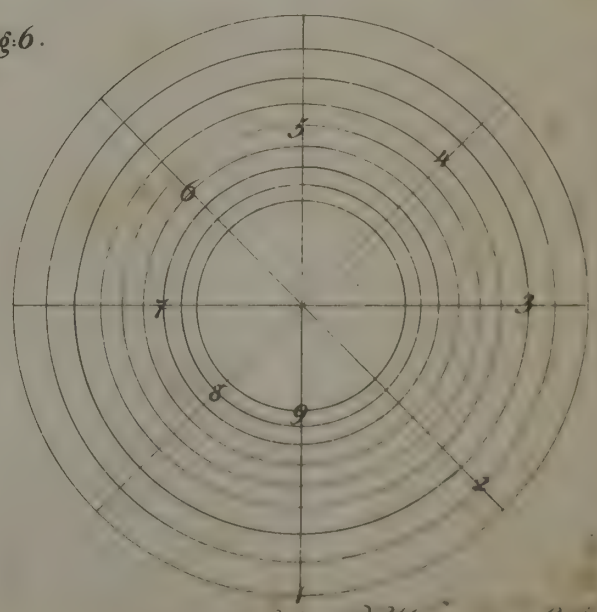


Fig. 6.



Autor del.

Lith. v. P. Wagner in Carlsruhe.

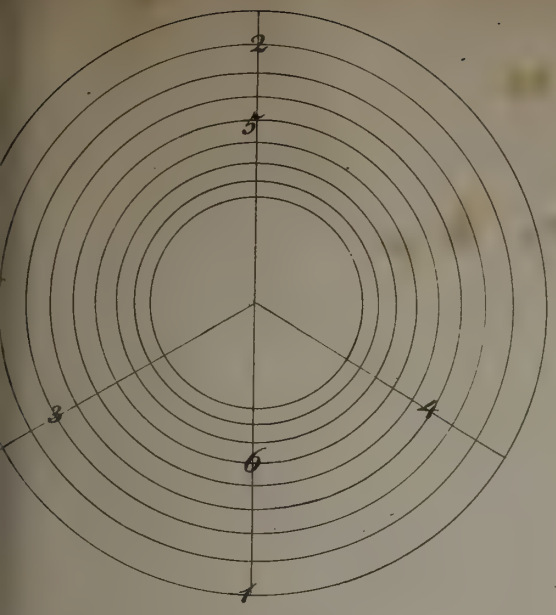
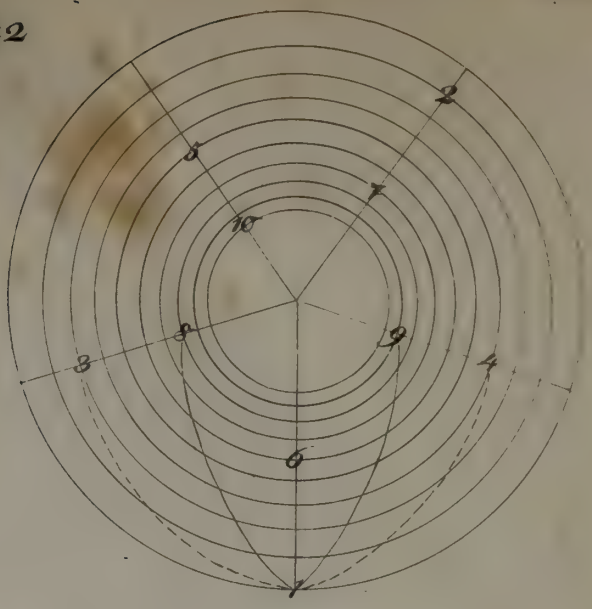


Fig. 2



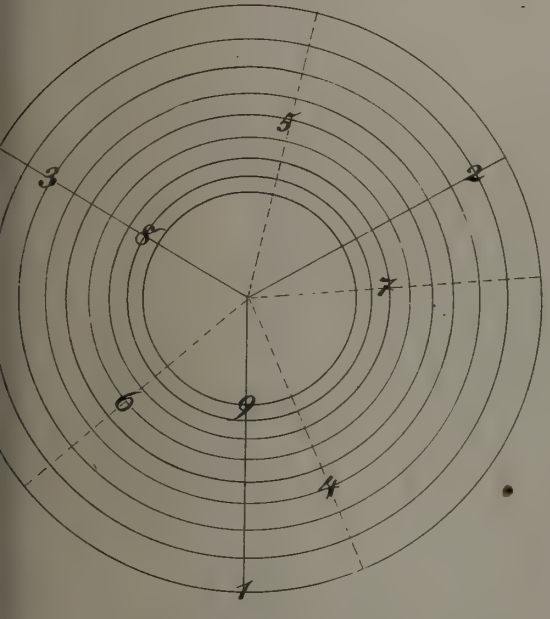
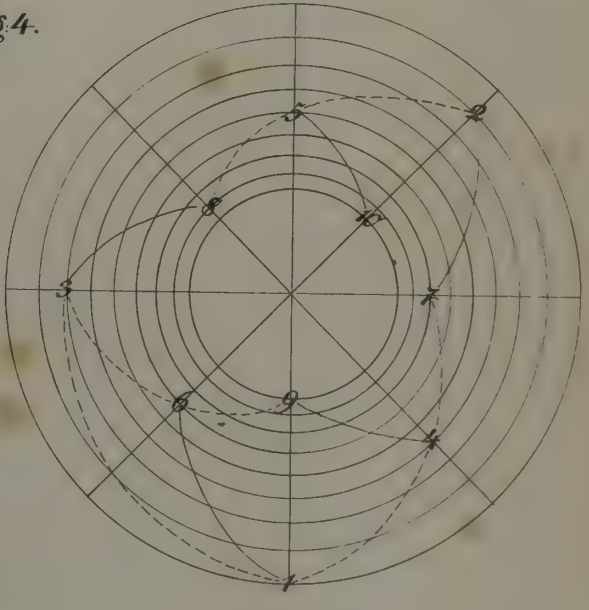


Fig. 4.



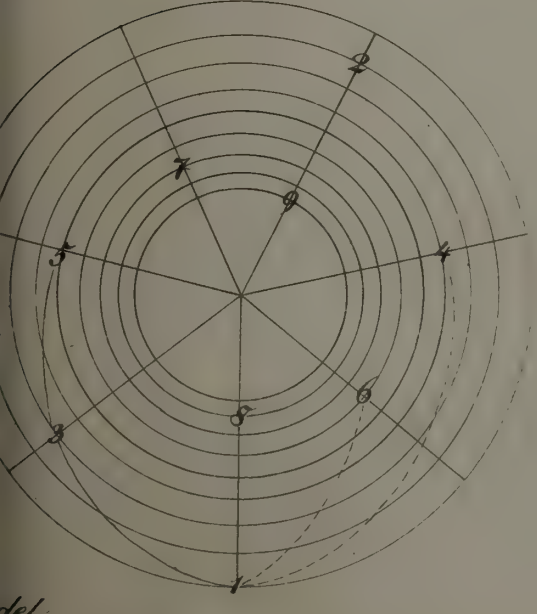
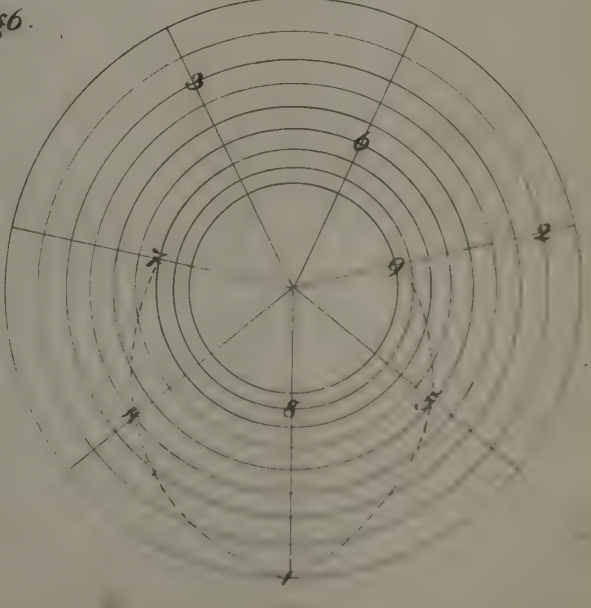


Fig 6.



del.

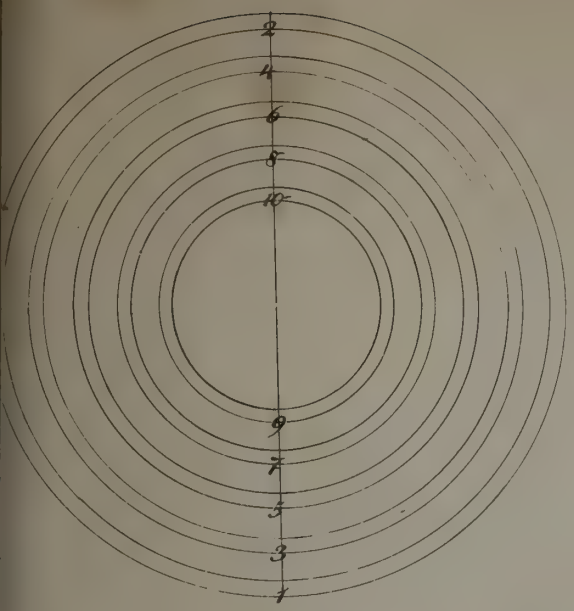
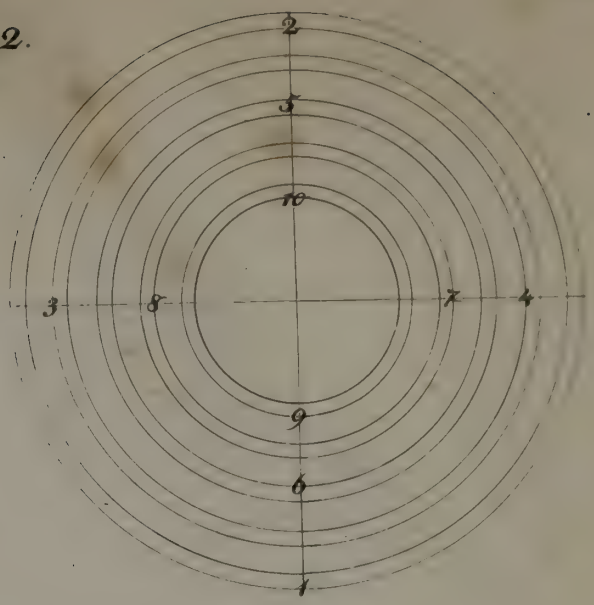


Fig. 2.



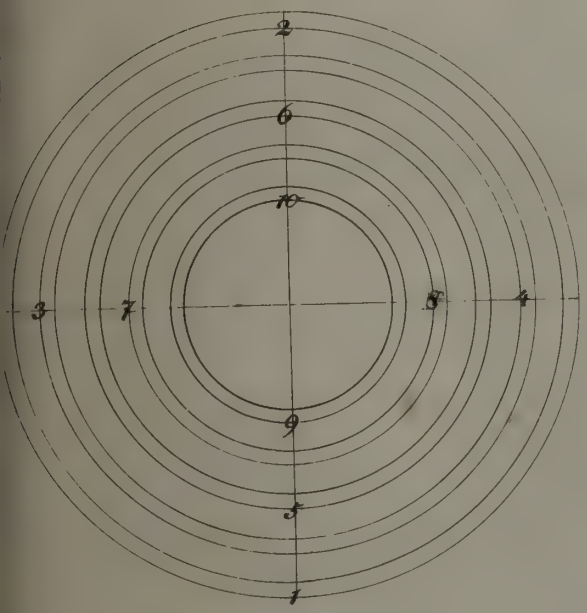
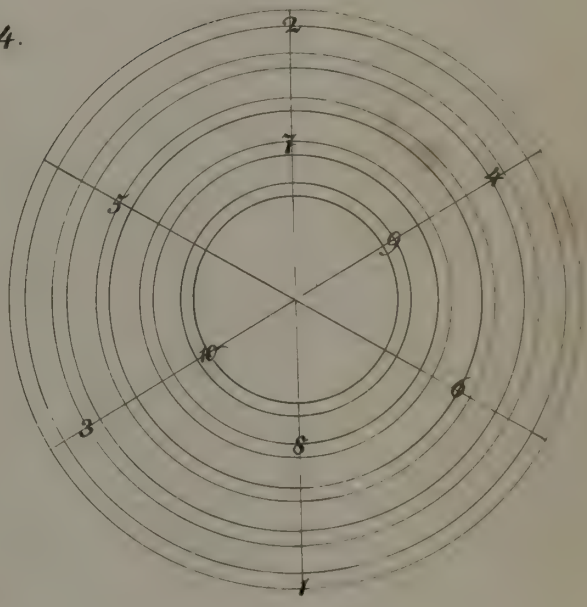


Fig. 4.



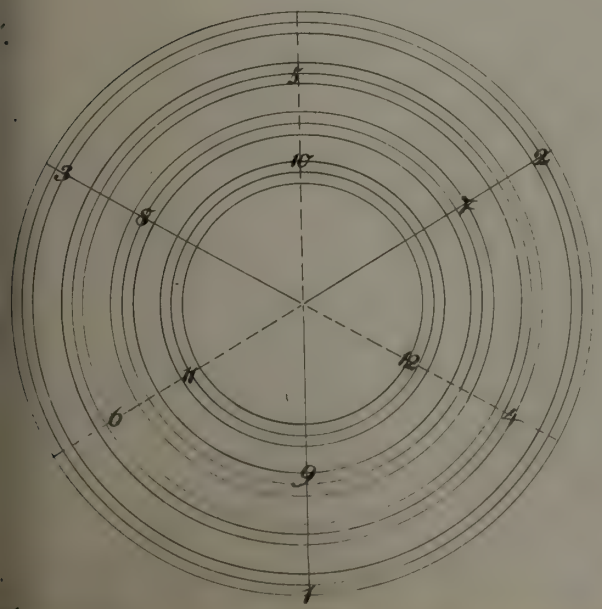
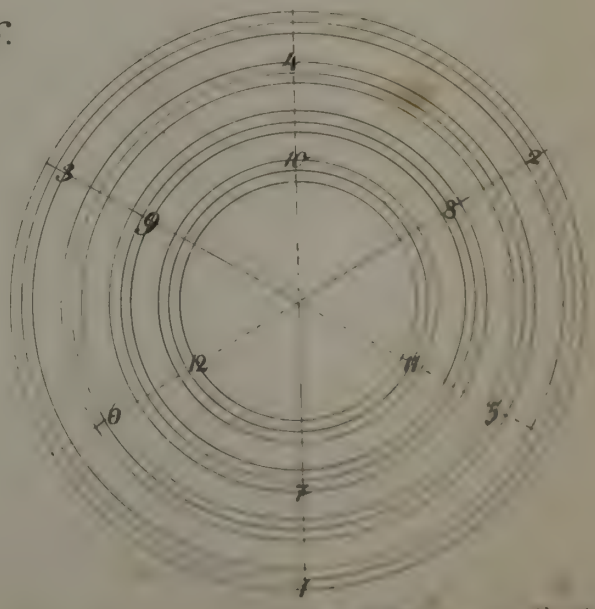
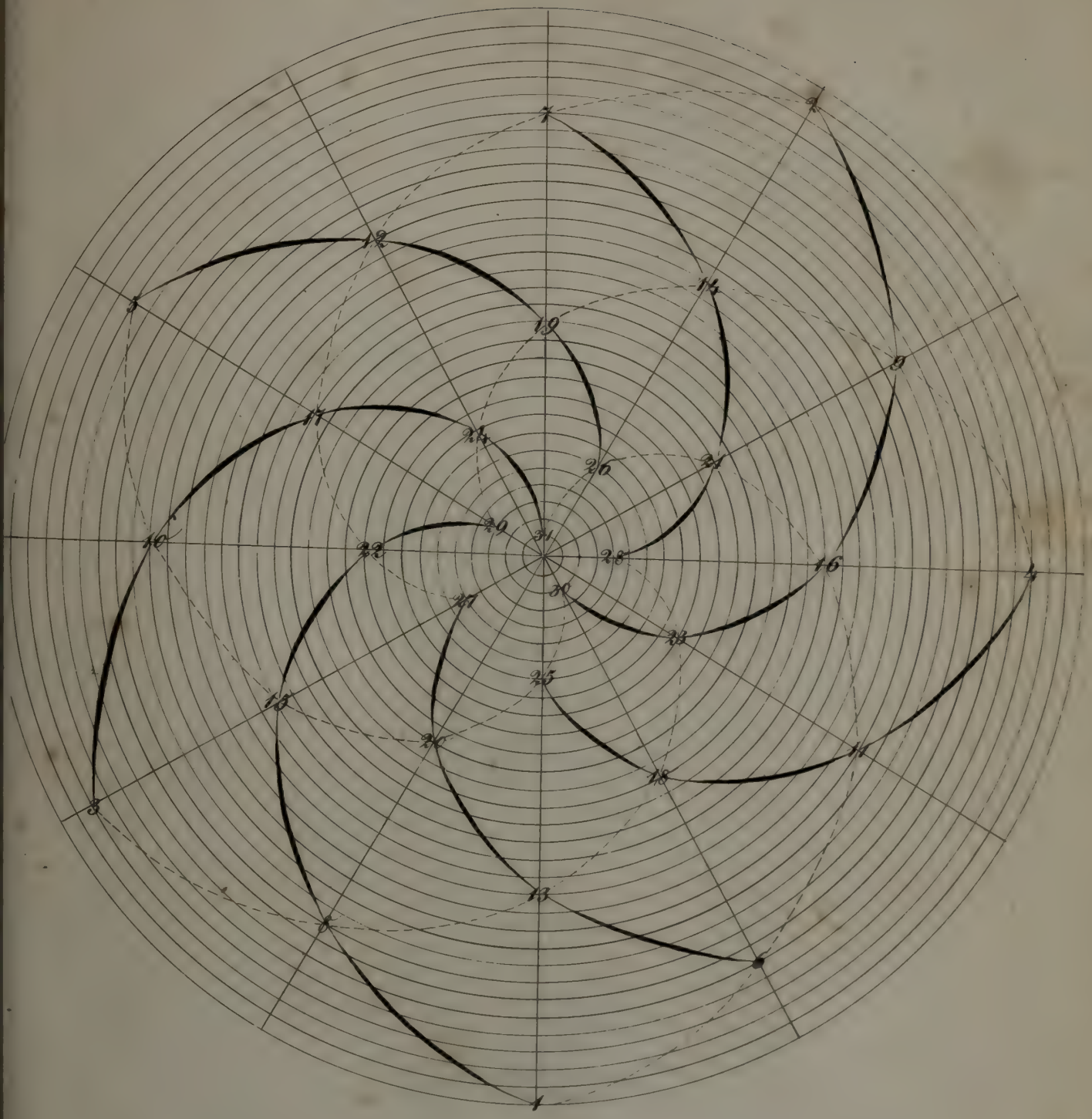


Fig. 6.



Autor del.

Lith v. P. Wagner in Carlsruhe



Ph. ex divergentia $\frac{5}{12}$.

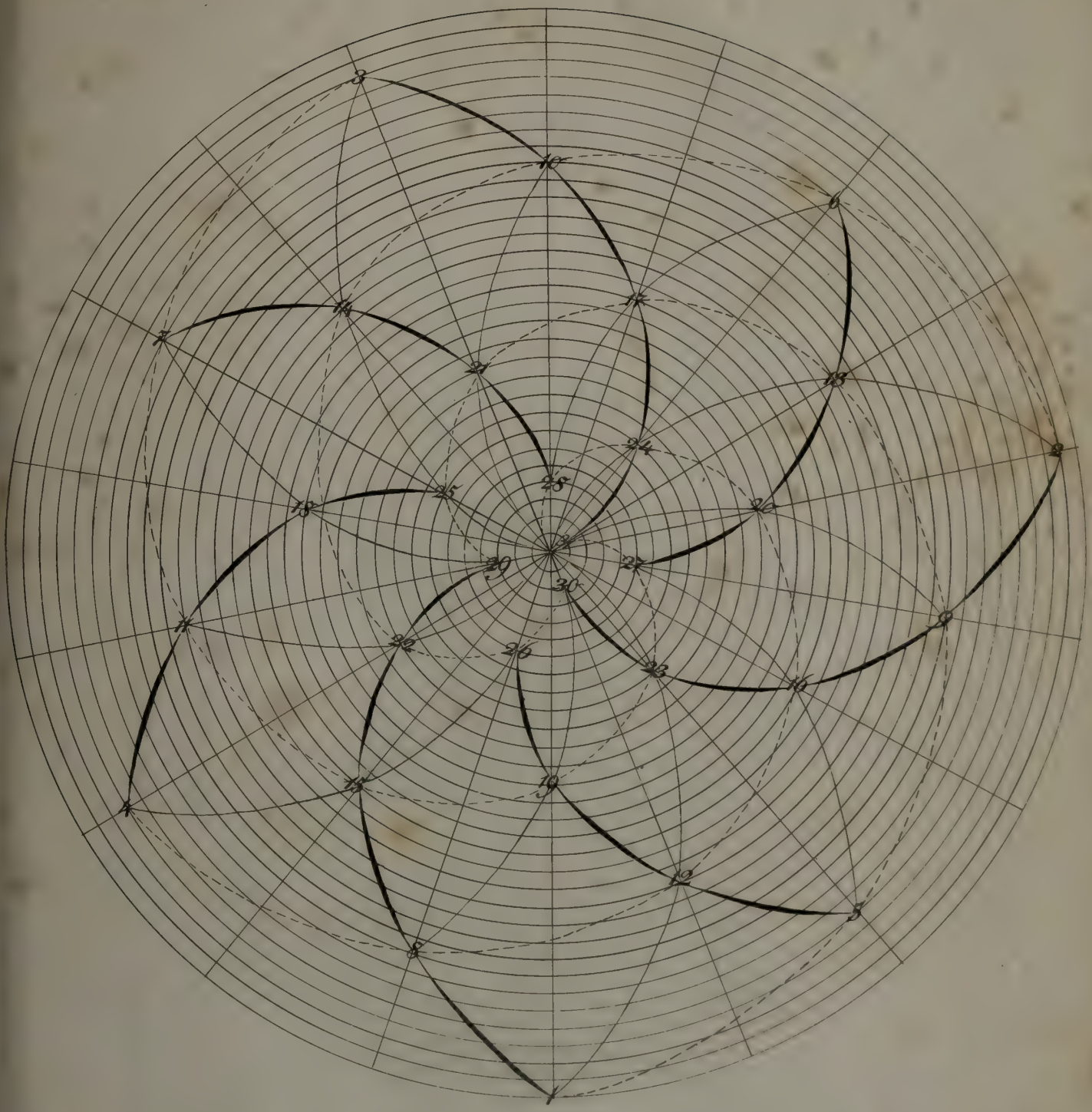
Autor del.

Lith. v. P. Wagner in Carlsruhe.

Ph. ex divergentia 7/18.

Autor del.

Ph. ex. divergentia $\frac{11}{29}$



Ph. ex divergentia $\frac{5}{15}$.

Autor del.

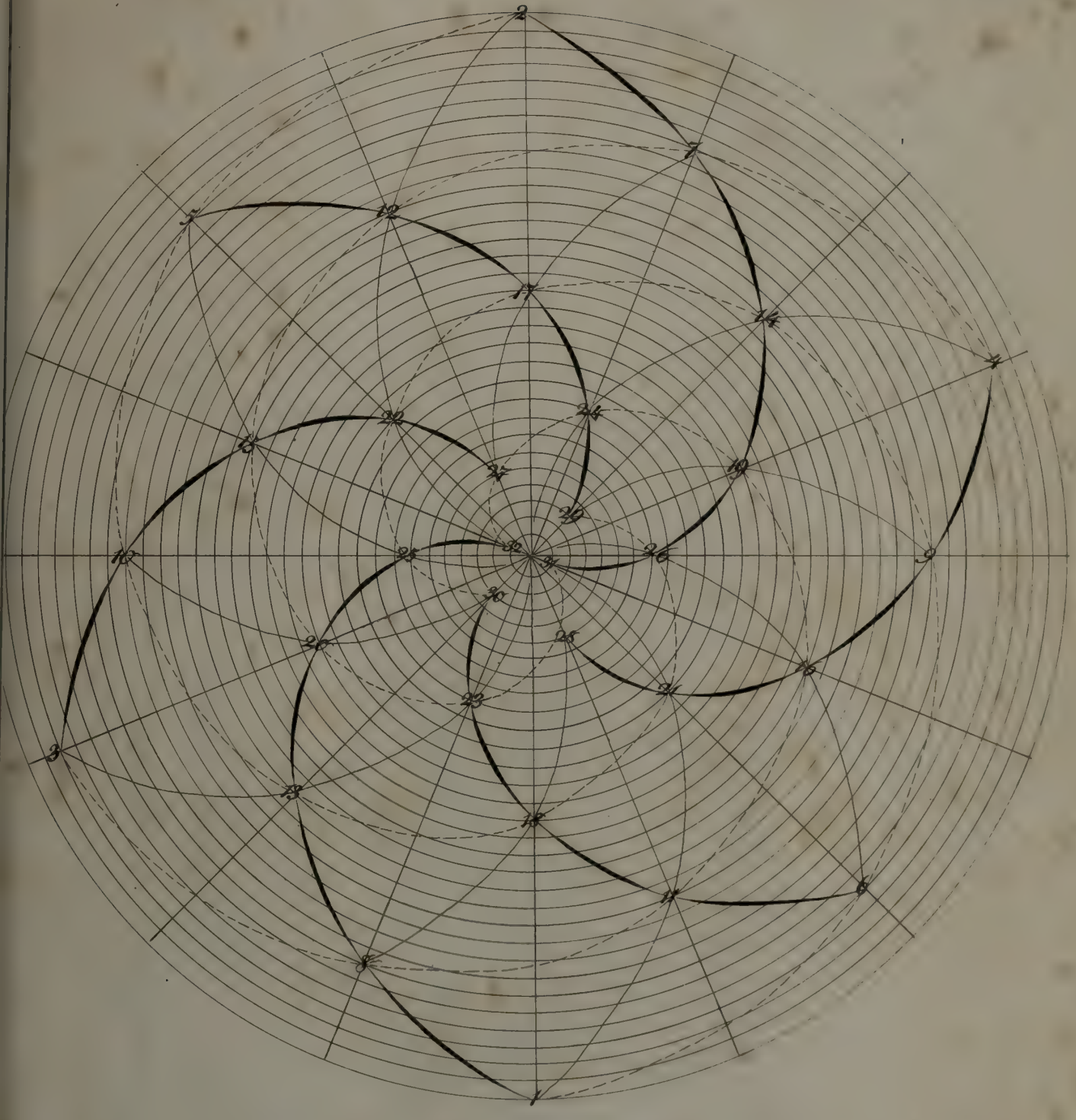
Ph. ex. divergentia $\frac{8}{29}$

Autor del

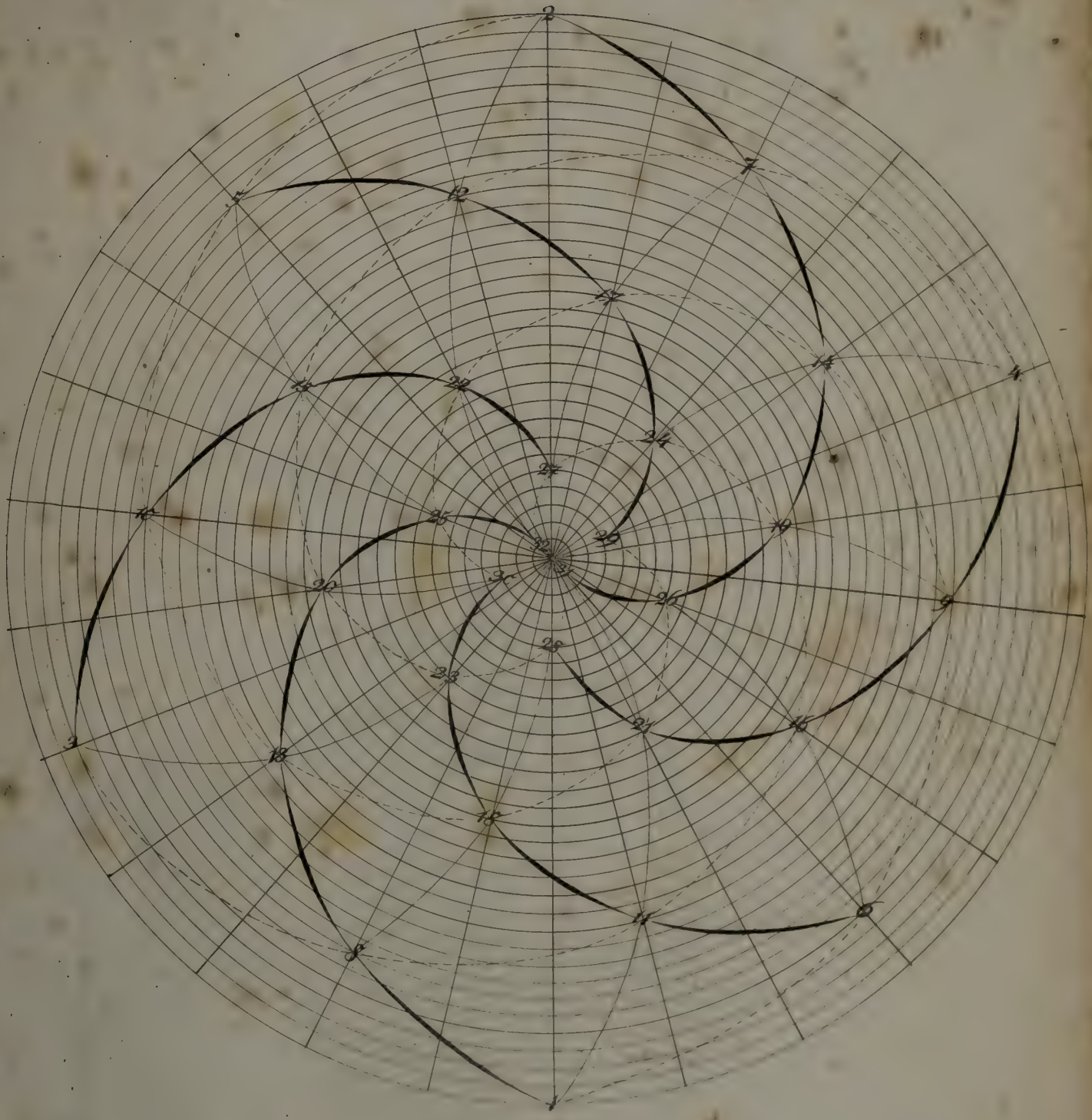
Lith. v. P. Wagner in Carlsruhe.

Phæparium divergentia $\frac{3}{10}$.

Autor del

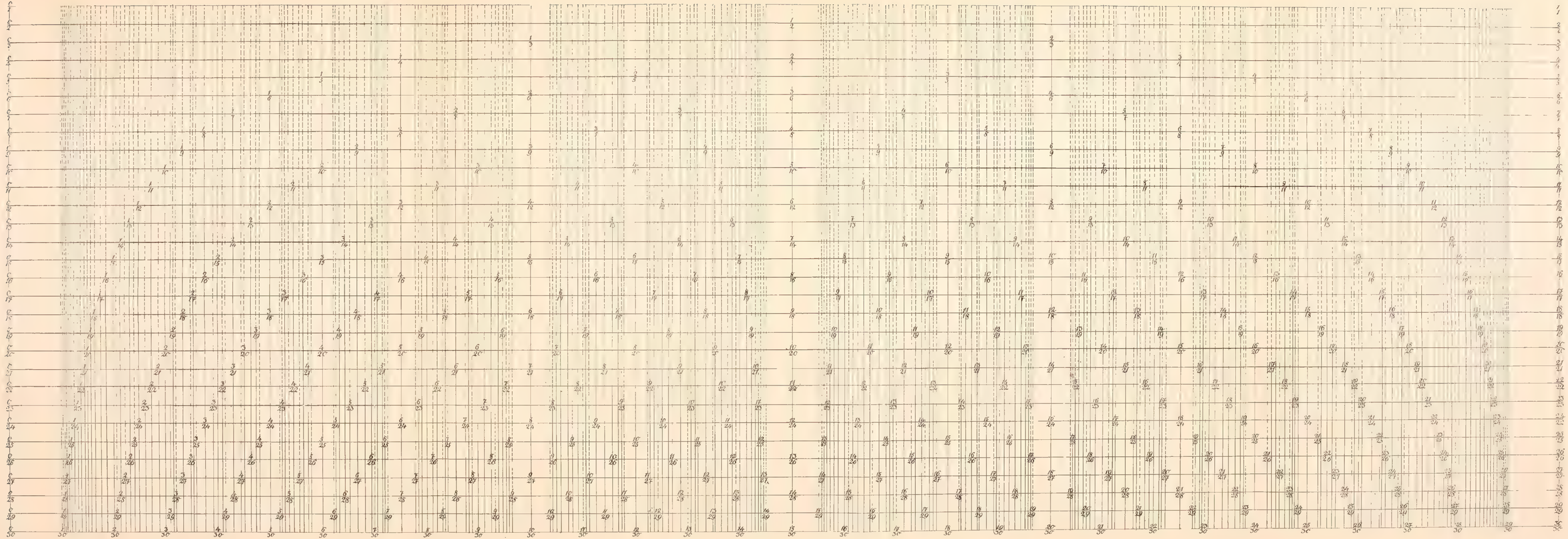


Phæparium divergentia $\frac{5}{16}$



Phæparium divergentia $\frac{8}{26}$

Autor del.



0
90
1/4
98 10 54,55
99 18 37,24
100
5/18 8/29 3/11
102 51 25,71
2/7
108
3/10
110 46 9,23
111 25 42,86
112 30
5/16 13/42 8/26
120
1/3 2/6
130 54 32,73
4/11
135
140
144
3/8
7/18
5/13
2/5
154 17 8,57
3/7
180
1/2

Autor del.

Fig. 1.

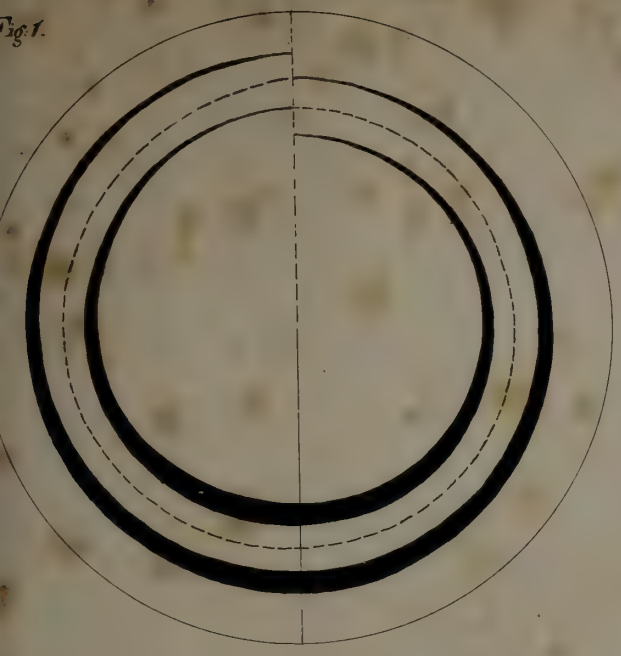
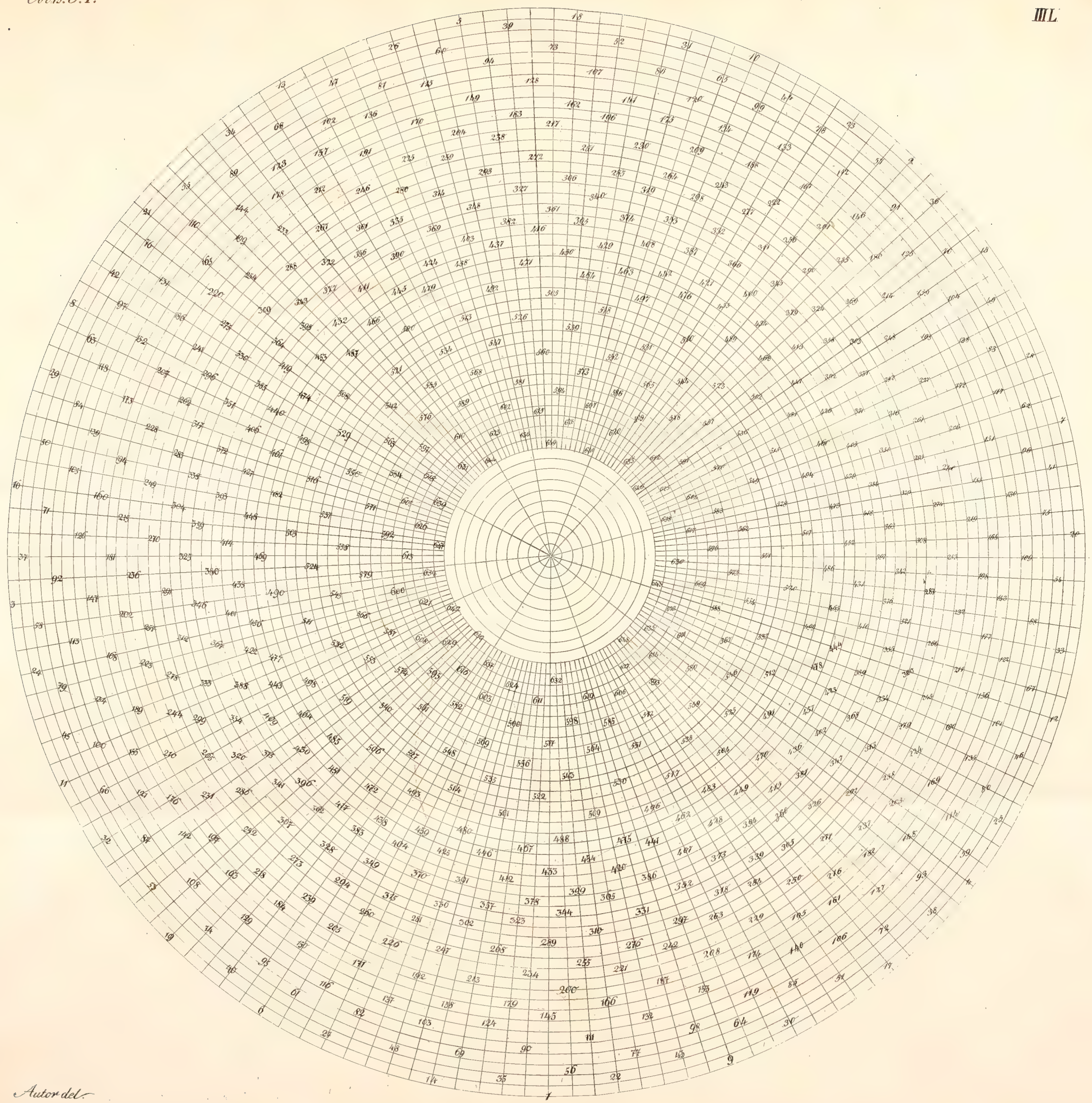


Fig 2

Fig 3.

Autor del

Lith. v. P. Wagner in Carlsruhe.



Autor del.